ANNALES

DES ÉPIPHYTIES

ÉTAT FRANÇAIS

PUBLICATIONS DU SECRÉTARIAT D'ÉTAT À L'AGRICULTURE

DIRECTION DE L'ENSEIGNEMENT ET DES SERVICES SCIENTIFIQUES DE L'AGRICULTURE

ANNALES

DES ÉPIPHYTIES

ORGANE DES STATIONS ET LABORATOIRES DE RECHERCHES

PARIS
IMPRIMERIE NATIONALE

1943

L'ACTION INSECTICIDE DES ARSÉNIATES DE CHAUX CONTRE LE DORYPHORE

PAR

M. Raucourt,
Directeur du Laboratoire
de Phytopharmacie.

H. Guérin,
Chargé de cours à la Faculté des Sciences
de Nancy.

H. Bégué,
Directeur adjoint du Laboratoire
de Phytopharmacie.

G. Morel,
Chef de travaux au Laboratoire
de Phytopharmacie.

Introduction.

Dès le début de l'invasion doryphorique en France, l'arséniate de chaux a été utilisé concurremment avec l'arséniate de plomb. Mais à la suite des mauvais résultats donnés par certains produits commerciaux, son emploi est demeuré très restreint, tandis que celui de l'arséniate de plomb se développait régulièrement. Cependant, dans la période qui a précédé immédiatement la guerre, l'industrie française était en mesure de fournir des arséniates de chaux insecticides rivalisant avec les meilleures fabrications étrangères.

D'autres fabrications présentaient apparemment moins de qualités. Au cours des essais que nous avons effectués de 1936 à 1940, certains échantillons d'arséniate de chaux se sont montrés très actifs contre les larves de Doryphores pour une consommation d'arsenic de 600 grammes par hectare, alors que d'autres exigeaient des doses voisines de 2 kilogrammes (1).

On pouvait penser que ces différences d'activité étaient en rapport avec des différences de composition des arséniates industriels, produits complexes dans lesquels l'arséniate tricalcique se trouve mélangé à plusieurs autres composés arsenicaux plus ou moins alcalins. L'étude de cette question devait comporter en premier lieu une mesure de a toxicité propre des différents arséniates de calcium chimiquement définis.

Cette recherche présentait d'autant plus d'intérêt que, depuis 1940, les arséniates

(1) M. Raucourt et H. Bégué. — Étude sur les produits utilisés en France contre le Doryphore. *Monographie des Stations et Laboratoires de Recherches agronomiques*, 115 pages, Paris 1942.

de plomb et les poudres roténonées ayant disparu du marché, la lutte contre le Doryphore est assurée presque exclusivement par des arséniates de chaux.

Nous avons opéré sur une série de sels purs de composition chimique bien déterminée, préparés par l'un de nous suivant une méthode précédemment décrite : action directe de solutions d'acide arsénique sur des suspensions aqueuses d'hydroxyde de calcium [1].

Ces composés étaient au nombre de six :

Le métaarséniate de calcium (I);
L'orthoarséniate bicalcique tétrahydraté (II);
Le pyroarséniate de calcium (III);
Le biarséniate pentacalcique (IV);
L'orthoarséniate tricalcique anhydre (V), résultant de la déshydration du sel décahydraté à 300°;
L'arséniate tétracalcique (VI).

En même temps ont été expérimentés deux autres orthoarséniates alcalinoterreux purs :
L'orthoarséniate tristrontique anhydre (VII);
L'orthoarséniate tribarytique anhydre (VIII);
et un arséniate de plomb industriel (IX), contenant 98 p. 100 de AsO_4PbH.

Ces produits avaient les caractères suivants :

TABLEAU I.

Caractères chimiques des arséniates soumis aux essais.

DÉSIGNATION DES PRODUITS.	TENEUR EN As		DENSITÉ.
	THÉORIQUE.	RÉELLE.	
I. Métaarséniate de calcium As_2O_6Ca	52,7	51,0	3,93
II. Arséniate bicalcique tétrahydraté $(AsO_4)_2Ca_2H_2 . 4H_2O$	34,7	34,5	2,71
III. Pyroarséniate de calcium $As_2O_7Ca_2$	43,8	44,2	3,68
IV. Biarséniate pentacalcique pentahydraté $2As_2O_5 . 5CaO . 5H_2O$	36,1	36,2	3,08
V. Arséniate tricalcique anhydre $(AsO_4)_2Ca_3$	37,7	37,3	3,58
VI. Arséniate tétracalcique monohydraté $As_2O_5 . 4CaO . H_2O$	31,7	31,2	3,21
VII. Arséniate tristrontique anhydre $(AsO_4)_2Sr_3$	27,7	27,7	4,60
VIII. Arséniate tribarytique anhydre $(AsO_4)_2Ba_3$	21,7	22,0	5,09
IX. Arséniate diplombique AsO_4PbH	21,6	21,2	–

Les essais ont comporté :

Une mesure précise de la toxicité envers les larves de Doryphore, par la détermination des «doses léthales médianes»;

L'évaluation, par des essais sur champ de pommes de terre, de l'action insecticide pratique.

[1] H. GUÉRIN. — Sur les arséniates alcalinoterreux. Étude du système $As_2O_5-OCa-OH_2$. *Ann. Chimie*, 16, 101-153, 1941.

Détermination de la toxicité des arséniates alcalinoterreux purs vis-à-vis des larves de Doryphore.

La détermination de la toxicité des produits arsénicaux que nous venons d'énumérer a été effectuée au moyen d'une méthode de laboratoire mise au point récemment par l'un de nous [1]. Nous en rappellerons brièvement le principe :

Des larves de Doryphores (du 3e âge ou début du 4e âge) sont pesées individuellement et sont alimentées pendant un temps court (10 à 15 minutes) avec des feuilles de pommes de terre traitées par le produit à essayer. Elles sont maintenues en observation pendant quarante-huit heures et on note leur mort ou leur survie. Connaissant d'une part la teneur en arsenic des feuilles, d'autre part la surface mangée par chaque larve, on peut tracer la courbe des pourcentages de mortalité en fonction des doses toxiques ingérées. Celle qui correspond à 50 p. 100 de mortalité représente la dose léthale médiane (D. L. M.) pour le produit examiné.

Pendant les essais, des larves témoins sont nourries avec des folioles saines. On ne tient pas compte des expériences au cours desquelles les témoins ont présenté des mortalités supérieures à 5 p. 100.

Pour les différents arséniates chimiquement purs, les mortalités obtenues sont représentées par les courbes de la figure 1.

Elles permettent par une simple lecture de déterminer, pour chaque produit, la D. L. M. correspondante. On obtient ainsi les valeurs suivantes :

Tableau II.

Doses léthales médianes de divers arséniates, sur les larves de Doryphore.

PRODUITS EXPÉRIMENTÉS.	DOSES LÉTHALES MÉDIANES, en γ d'As par gramme [1].
I. Métaarséniate de calcium	32
II. Orthoarséniate bicalcique tétrahydraté	9
III. Pyroarséniate de calcium	6
IV. Biarséniate pentacalcique pentahydraté	9
V. Orthoarséniate tricalcique anhydre	10
VI. Arséniate tétracalcique monohydraté	15
VII. Orthoarséniate tristrontique anhydre	9
VIII. Orthoarséniate tribarytique anhydre	10
IX. Arséniate diplombique	19

(1) γ représente un millième de milligramme.

La plupart des arséniates alcalinoterreux présentent une activité comparable vis-à-vis des larves de Doryphore; seul le métaarséniate de calcium a une toxicité nettement moins élevée. Les trois orthoarséniates tribasiques ont une similitude d'action frappante. Dans l'échelle des toxicités croissantes, l'arséniate diplombique se place au-dessous des arséniates alcalinoterreux, le métaarséniate de calcium mis à part.

(1) M. Raucourt. — La détermination des doses toxiques de certains produits envers le Doryphore. *Ann. des Épiphyties*, VII, 129-133, 1941.

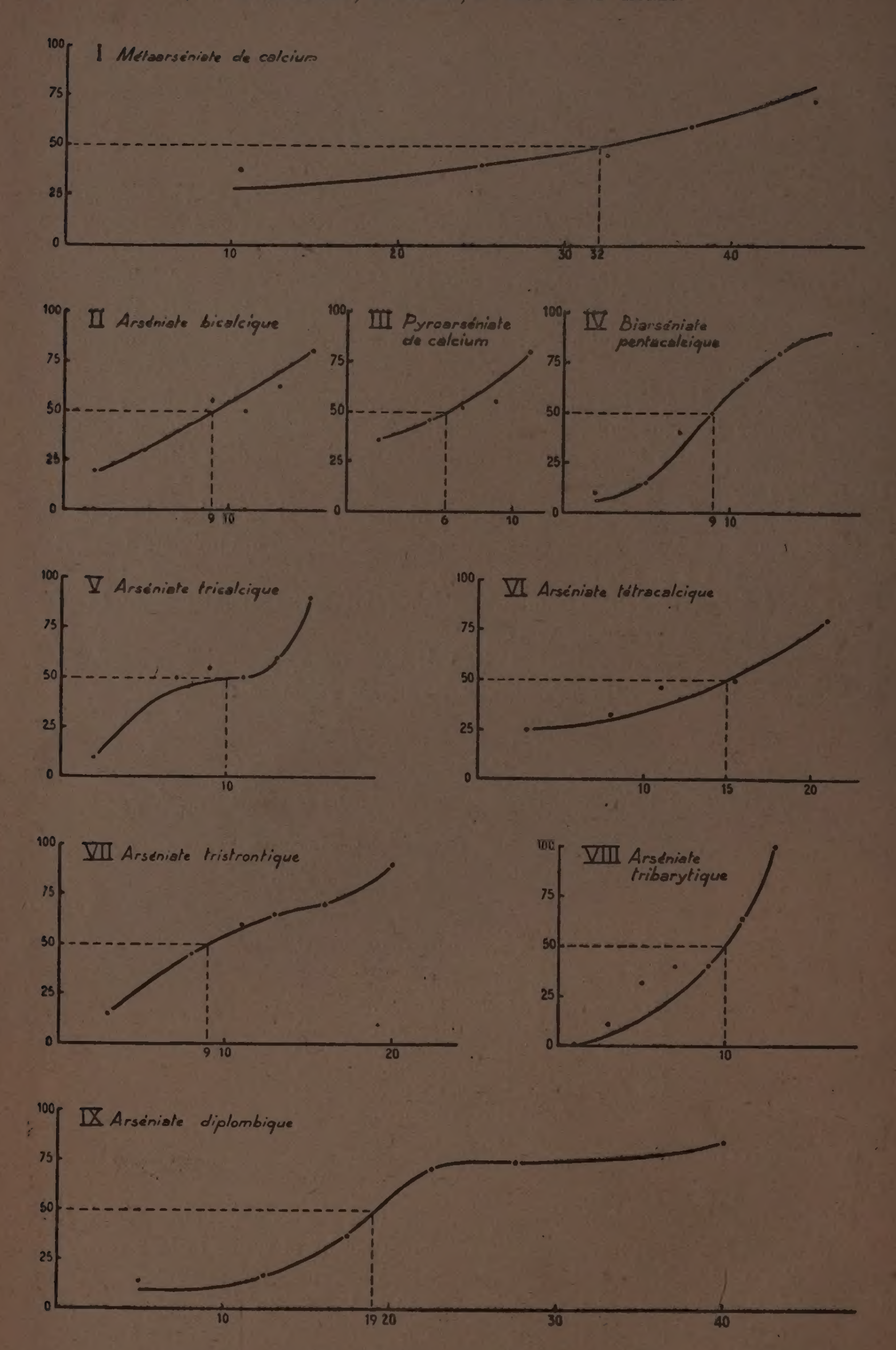


FIG. 1. — Déterminatiou des doses léthales médianes pour différents arséniates. En ordonnées, les pourcentages de mortalité ; en abcisses, les doses d'As ingérées en γ par gramme d'insectes. Le trait vertical pointillé correspond à la D. L. M.

Détermination de la valeur insecticide pratique des arséniates alcalinoterreux purs vis-à-vis des larves de Doryphore.

Ces essais ont été effectués sur des cultures de pommes de terre, suivant le mode opératoire adopté pour les essais officiels d'efficacité des produits antidoryphoriques [1].

La méthode consiste à épandre une quantité mesurée du produit à essayer sur une parcelle d'un champ de pommes de terre. On mesure l'action insecticide pendant les quatre jours qui suivent le traitement, en observant des pieds de pommes de terre contaminés artificiellement par des larves de Doryphore. Les pourcentages de mortalité sont comparés avec ceux que donne un arséniate de plomb employé à dose égale d'arsenic à l'hectare. Cet arséniate servant d'étalon pour tous les essais de ce genre, répond à la composition suivante : 67 p. 100 d'arséniate diplombique, et 33 p. 100 d'arséniate triplombique. Une parcelle témoin permet d'estimer la mortalité naturelle des larves au cours de l'expérience.

Les arséniates soumis aux essais sont les produits purs précédemment définis (p. 2). Ils ont été épandus sous forme de suspension aqueuse de même richesse en arsenic. Deux essais ont été effectués successivement. Dans le premier, on a employé 2 kilogrammes d'arsenic (As) par hectare. Les résultats en sont donnés par le tableau 3.

TABLEAU III.

Action des arséniates à la dose de 2 kg. d'As par hectare.

PRODUITS.	QUANTITÉS EMPLOYÉES PAR HA.		ACTION INSECTICIDE IMMÉDIATE. POURCENTAGE DE LARVES MORTES EN			
	Produit, en kg.	Arsenic, en kg.	8 h.	32 h.	56 h.	80 h.
I. Métaarséniate de Ca.	3,92	2,0	2	22	73	86
II. Arséniate bicalcique tétrahydraté	6,16	2,12	85	88	96	100
III. Pyroarséniate de Ca.	4,54	2	36	98	100	100
IV. Biarséniate pentacalcique	6,59	2,42	35	100	100	100
V. Arséniate tricalcique	6,85	2.57	10	91	100	100
VI. Arséniate tétracalcique	8,19	2,55	84	88	94	100
VII. Arséniate tristrontique	8,73	2,41	29	91	98	100
VIII. Arséniate tribarytique	10,22	2,24	39	100	100	100
Arséniate de plomb étalon	19,98	2,13	0	69	86	92
Témoin	—	—	0	0	0	2

Les conditions climatiques au cours de cet essai ont été les suivantes :

TABLEAU IV.

Conditions climatiques correspondant à l'essai du tableau III.

NOMBRE DE JOURS APRÈS LE TRAITEMENT.	TEMPÉRATURES		HAUTEUR DE PLUIE, en mm.
	MINIMA.	MAXIMA.	
0	15,8	34,2	0
1	13,6	34,5	0
2	14,9	34	0,5
3	17	32	1,6

(1) M. RAUCOURT, B. TROUVELOT et H. BÉGUÉ. — L'essai d'efficacité des produits antidoryphoriques. *Ann. des Épiph. et de Phytog.*, V, 51-83, 1939.

En présence des résultats obtenus, un second essai a été effectué, à la dose de 1 kilogr. 200 seulement d'As par hectare, dans l'espoir que les arséniates se différencieraient plus nettement. Les résultats de cet essai sont rapportés au tableau V et à la figure 2.

TABLEAU V.

Action insecticide des arséniates à la dose de 1,2 kg. d'As par hectare.

PRODUITS.	QUANTITÉS EMPLOYÉES par hectare.		ACTION INSECTICIDE IMMÉDIATE. — POURCENTAGE DE LARVES MORTES EN			
	Produit en kg.	Arsenic en kg.	18 h.	42 h.	66 h.	90 h.
I. Métaarséniate de Ca	2,01	1,02	4	8	20	47
II. Arséniate bicalcique tétrahydraté	3,15	1,08	36	76	98	100
III. Pyroarséniate de Ca	2,52	1,10	39	72	89	98
IV. Biarséniate pentacalcique	3,01	1,09	39	83	96	100
V. Arséniate tricalcique	3.42	1,28	24	67	89	100
VI. Arséniate tétracalcique	3,70	1,15	30	62	90	100
VII. Arséniate tristrontique	4,09	1,13	35	68	91	98
VIII. Arséniate tribarytique	4,67	1,02	37	64	93	98
Arséniate de plomb étalon	16	1,05	60	30	51	70
Témoin	—	—	0	0	4	4

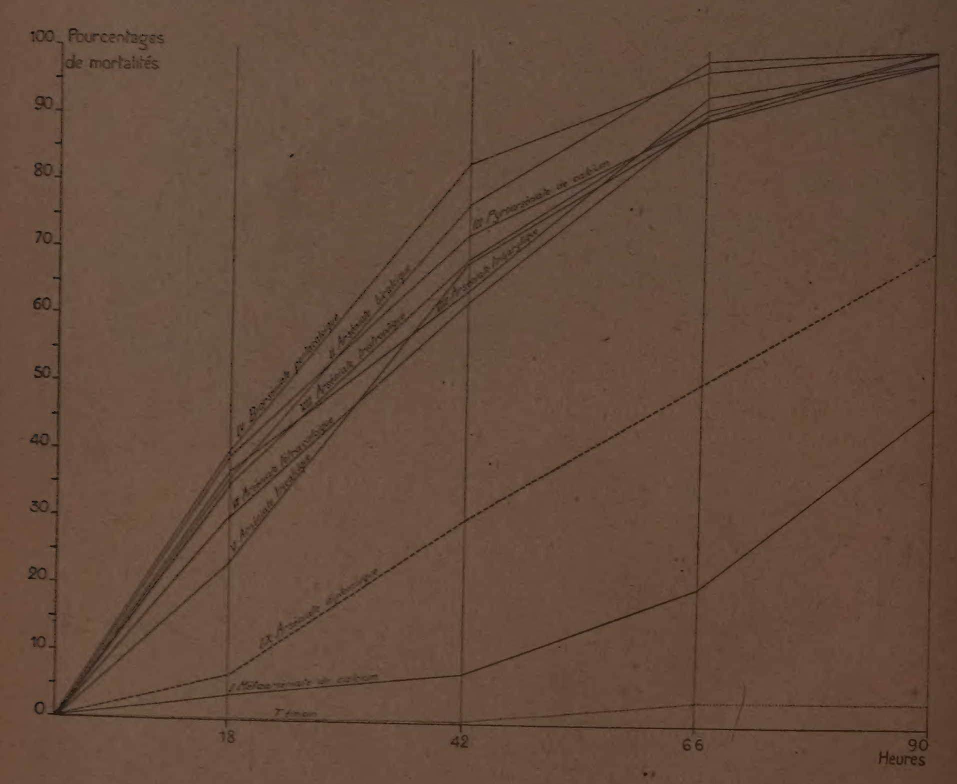


FIG. 2. — Action insecticide des arséniates de calcium purs, au cours des essais sur cultures de pommes de terre. Les heures sont comptées à partir du traitement.

Les conditions climatiques au cours de cet essai ont été les suivantes :

Tableau VI.

Conditions climatiques correspondant à l'essai du tableau V.

NOMBRE DE JOURS APRÈS LE TRAITEMENT.	TEMPÉRATURES		HAUTEUR DE PLUIE, en mm.
	MINIMA.	MAXIMA.	
0	8,1	28,9	0
1	15,4	24,3	8,7
2	12,7	27,1	18,4
3	12,8	24,6	0

Les arséniates alcalinoterreux donnent des résultats très voisins; seul le métaarséniate de calcium qui paraissait déjà faible au premier essai, accentue son infériorité et se montre nettement le moins actif. L'arséniate de plomb est intermédiaire entre le métaarséniate et l'ensemble des autres arséniates alcalinoterreux.

Considérés dans leur ensemble, ces résultats d'expérimentation sur cultures confirment avec une très bonne approximation les déterminations des doses léthales médianes.

Les différents orthoarséniates de calcium et le pyroarséniate sont tous plus actifs envers le Doryphore que l'arséniate de plomb insecticide. Or, les arséniates de chaux industriels sont formés principalement d'orthoarséniates tricalcique et tétracalcique, avec un peu de bicalcique. On comprend difficilement que certains produits commerciaux aient pu donner autrefois, au cours d'applications contre le Doryphore, des résultats inférieurs à ceux des sels purs qui les constituaient.

Il est intéressant de noter, par ailleurs, que tous les échantillons purs étudiés, même l'arséniate bicalcique qui est le plus soluble, se sont montrés inoffensifs à l'égard du feuillage des pommes de terre. Cette question des brûlures par les arséniates de chaux pose un problème difficile qui a été envisagé dans un autre travail [1].

Vérification sur des arséniates de chaux industriels.

La difficulté soulevée par les essais de produits purs a été résolue par l'expérimentation conduite en 1942 sur de nombreux arséniates de chaux industriels. Cette année, en effet, le total des fabrications et des importations en France s'est élevé, pour cette matière, à 22.000 tonnes. Un contrôle d'efficacité a paru nécessaire en présence des développements pris par ces fabrications. Il a permis de lever entièrement l'incertitude qui subsistait encore sur la valeur antidoryphorique des arséniates de chaux.

Nous avons soumis aux essais sur cultures de pommes de terre, suivant la technique déjà signalée, 46 échantillons, dont 23 produits bruts et 23 produits commerciaux mis au point pour l'emploi agricole. Ces échantillons ont été répartis en 5 séries d'essais, l'arséniate de plomb «étalon» défini page 5 étant appliqué comparativement dans chaque série.

Les arséniates de chaux se sont tous montrés supérieurs à l'étalon, pour des doses

[1] H. Guérin et M. Raucourt. — Sur quelques propriétés des arséniates de calcium en relation avec leur utilisation en Phytopharmacie. *Ch. et Ind.*, 47, 597-602, 1942.

d'arsenic analogues. Sans entrer dans le détail de cette expérimentation, nous nous contenterons d'indiquer les moyennes des résultats obtenus (tableau VII et fig. 3) :

TABLEAU VII.

Moyenne des résultats donnés par les arséniates de chaux commerciaux et l'arséniate de plomb.

	ARSÉNIATES DE CHAUX.	ARSÉNIATE DE PLOMB.
Nombre d'essais	21	5
Quantité d'As à l'hectare	1 kg. 35	1 kg. 33
Pourcentages de larves mortes en :		
18 heures	16,3	3,8
42 —	65,6	25,8
66 —	86,3	46,4
90 —	95,7	64,6

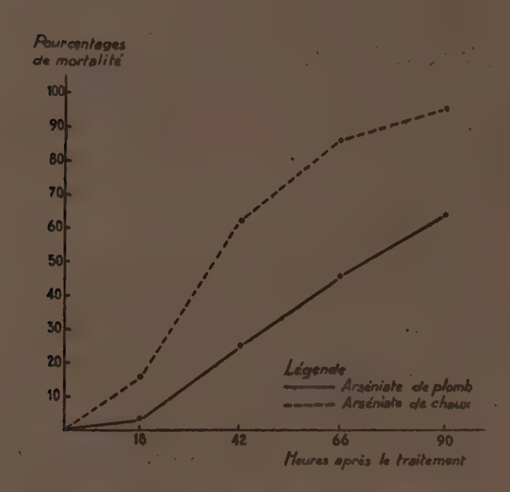


FIG. 3. — Moyenne des mortalités données, d'une part pour les arséniates de chaux du commerce, d'autre part pour l'arséniate de plomb «étalon».

Aucune brûlure n'a été constatée sur le feuillage des pommes de terre.

Cette étude récente des arséniates de chaux industriels concorde donc avec celle des arséniates de calcium chimiquement purs et confirme leur supériorité très nette sur l'arséniate de plomb.

A la dose de 1 kilogr. 300 d'As par hectare, les arséniates de chaux donnent des résultats voisins du maximum, tandis que l'arséniate de plomb est déjà nettement insuffisant.

Nous devons en conclure que les résultats défavorables donnés il y a plusieurs années, dans la lutte contre le Doryphore, par certains arséniates de chaux du commerce (action insecticide faible, dégâts causés aux plantes) ne peuvent s'expliquer que par des fabrications défectueuses : les échantillons essayés contenaient certainement une partie de leur arsenic sous des formes différentes des arséniates de calcium chimiquement définis.

Conclusion.

L'efficacité envers le Doryphore des arséniates de chaux a été évaluée, comparativement à celle de l'arséniate de plomb, par trois méthodes différentes :

1. Mesure des « doses léthales médianes » de 6 arséniates de calcium, chimiquement purs : 4 orthoarséniates, le métaarséniate et le pyroarséniate ;
2. Évaluation de l'action insecticide pratique des mêmes produits purs ;
3. Évaluation de l'action insecticide des différentes fabrications françaises d'arséniates de chaux (46 échantillons).

Les résultats de ces trois séries d'essais sont en bonne concordance. Les arséniates de calcium autres que le métaarséniate présentent des toxicités voisines envers le Doryphore ; l'arséniate diplombique est moitié moins actif. Le métaarséniate de calcium est nettement moins toxique.

Les orthoarséniates tristrontique et tribarytique ont exactement la même toxicité que l'orthoarséniate tricalcique.

Les arséniates de chaux industriels, qui contiennent surtout les sels tricalcique et tétracalcique sont régulièrement plus actifs que l'arséniate diplombique.

Les arséniates de calcium purs que nous avons étudiés, même les plus solubles, sont inoffensifs pour le feuillage de la pomme de terre, aux doses d'emploi normales contre le Doryphore.

Il y a intérêt à tous points de vue, à remplacer l'arséniate de plomb par l'arséniate de chaux dans la lutte contre le Doryphore.

POSSIBILITÉ D'ORGANISER UN SERVICE D'AVERTISSEMENTS

CONTRE LA TAVELURE DU POMMIER ET DU POIRIER

par C. Schad,

Directeur de la Station d'amélioration des plantes du Centre de recherches agronomiques du Massif central.

Les champignons de la tavelure du pommier et du poirier hivernent sous forme de périthèces issus du mycelium vivant en saprophyte dans les feuilles mortes, sous forme de mycelium pérennant sur les rameaux tavelés ou encore sous forme de conidies persistant dans les bourgeons.

D'après Marsh [1], en Angleterre, les premières infections de poiriers peuvent être dues aux conidies provenant de pustules sur les rameaux. De même, en Orégon, Kienholz et Childs [2] attribuent autant d'importance aux conidies issues des taches des rameaux qu'aux ascospores dans l'origine des infections primaires sur le poirier.

En Irlande, Mc Kay [3] a constaté que la maladie pouvait se propager en l'absence de rameaux atteints et de feuilles mortes. Il attribue les premières infections à la persistance du mycelium dans les bourgeons. Il a trouvé 49 à 53 p. 100 de bourgeons atteints chez les variétés de pommier « Bismarck » et « Bramley's seedling ». La production de spores a lieu dès fin février. Cet auteur estime cependant que ces infections ne se produisent que sur les arbres abandonnés et qu'elles n ont pas d'importance pour les arbres traités. Sur poirier, Salmon et Ware [4] ont observé, sur les écailles des bourgeons, des pustules qu'ils attribuent à une infection d'été quand les écailles étaient encore vertes. Les mêmes observations ont été faites par Stewart et Blodgett, Clinton, Voges, Eriksson [5].

(1) Marsh (R. W.). — Observations on pear-scab. *Journ. Pom. and Hort. Sc.*, XI, 2, 1933.

(2) Kienholz (J.) et Childs (L.). — Twig lesions as a source of early spring infection by the pear scab organism. *J. Agric. Res.*, IV, 9, 1937.

(3) Mc Kay (R.). — Conidia from infected bred scales and adjacent wood as a main source of primary infection with the apple scab, fungus Venturia inaequalis. *Sc. Proc. R. Dublin Soc.*, XXI, 54-59, 1938.

(4) Salmon (E. S.). et Ware (W. M.). — Scab on the spur wood and bud scales on the pear. *Gard. Chron.* XCI, 2372, 1932.

(5) Cités par Young (H. C.) et Curtis May. — The timing of apple scab sprays. *Bull. of the Ohio Agric. Exp. St.*, mars 1927.

Loewel et Friedrich [1] ont observé la formation de taches de tavelure sur des feuilles issues de bourgeons protégés contre les infections dues aux ascospores. Ils attribuent cette infection à la persistance du mycelium et des spores sur la tige, quoiqu'ils n'aient observé sur les rameaux ni chancre, ni pustules, ni spores. Les auteurs continuent leurs travaux.

A Clermont-Ferrand, les recherches ont été entreprises en 1938 sur la présence dans les bourgeons de pustules conidiennes et sur la présence de conidies ou la possibilité d'émission de conidies par des jeunes rameaux de pommier « Canada » qui présentaient des chancres de tavelure. Il n'a pas été observé de pustules sur les écailles ni la formation de conidies sur les taches des rameaux atteints. Ces observations correspondent à celles de Young et Curtis May faites dans l'Ohio.

Dans les conditions de la région du Centre, il semble bien que les premières infections pour le pommier soient dues aux ascospores provenant des périthèces. En effet, les premières infections correspondent toujours à une période de libération des ascospores. Les périthèces ont été observés, pour la première fois, en mars 1938 (Schad et Soulie) [2] sur les feuilles de pommier et de poirier demeurées sur la terre pendant l'hiver. En 1939 et en 1940, les observations sur les périthèces ont été poursuivies. Il apparaît bien que leur formation soit généralisée tous les ans.

Les observations de Gaudineau, Raucourt et Morel [3] montrent que la forme parfaite tant pour le poirier que pour le pommier est aussi répandue en France, qu'en Allemagne, aux États-Unis ou en Angleterre, Darpoux, à Bordeaux, en 1940, a observé, également, la forme périthèce.

Maturité des périthèces. — Howitt et Evans [4] dans l'Ontario, estiment que les moyennes de températures de janvier, février et mars ont plus d'influence sur la maturité des périthèces et des ascospores que les moyennes des températures d'avril et de mai.

Holz [5] en Allemagne trouve que la maturité des périthèces semble dépendre de la somme des températures depuis le 1er mars. Cette somme atteindrait 105° jusqu'à la maturité.

A Clermont-Ferrand, la maturité des périthèces (c'est-à-dire leur aptitude à libérer les ascospores) a eu lieu en 1938 dans la troisième décade d'avril; en 1939, dans la deuxième décade d'avril, et en 1940 dans la première décade d'avril. Les pluies au cours de la période du 1er novembre à la maturité des périthèces atteignent en 1938, 75 mm. 6; en 1939, 159 millimètres; en 1940, 175 millimètres. Les sommes de températures pour la même période sont respectivement de 1.316°, 1.123° et 1.188°. Si l'on considère les pluies tombées à partir du 1er mars jusqu'à la maturité, on trouve 4 mm. 6 en 1938, 78 millimètres en 1939 et 33 millimètres en 1940. Pour cette période, les sommes de températures sont respectivement 360°, 292° et 334°. A Clermont-Ferrand, il n'y a aucun rapport entre la somme des températures indiquée par Holz [5] et celle observée (moyenne 330°). En 1938, la somme des températures

[1] Loewel (E. L.) et Friedrich (G.). — Fusikladiumbeobachtungen an ein getuteten Apfelzweigen während der Vegetationsperiode. *Gartenbauwiss*, XII, 2, 1938.

[2] Schad (C.) et Soulie (H.). — Note sur la recherche des périthèces de la tavelure du pommier et du poirier dans la région du Centre en 1938. *R. de Path. vég. et Entom. agr. de France*, tome XXVI.

[3] Gaudineau (Mlle), Raucourt et Morel. — Les tavelures du pommier et du poirier. *Compte rendu hebd. des séances de l'Acad. d'Agriculture de France*, tome XXV, nº 20, 1939.

[4] Howitt (J. E.) et Evans (W. G.). — Preliminary report of some observations on ascospore discharge and dispersal of conidia of Venturia inaequalis. *Phytopathology*, XVI, 8, 1926.

[5] Holz (W.). — Der Einfluss der Märztemperaturen auf die Geschwindigkeit des Reifungsvorganges von Venturia inaequalis Perithezien. *Angew. Bot.*, 2, 1939.

est plus élevée à la suite de la sécheresse de mars et d'avril qui a déterminé une maturité très irrégulière des périthèces et une mauvaise germination des ascospores. Il est à remarquer que la somme des températures diminue lorsque les pluies sont abondantes. Les pluies de mars et d'avril ont donc une grande importance sur la précocité de la maturité.

D'après WILSON[1], la précocité de la maturité des périthèces, pour une variété déterminée, dépend de l'époque de la chute des feuilles. Elle est d'autant plus précoce que la chute des feuilles est plus hâtive. L'optimum de température de formation des périthèces est compris entre 13 et 16° ; même en dessous de zéro, le mycelium peut évoluer dans les feuilles et commence à former des périthèces. L'humidité est indispensable, apportée soit par la rosée, soit par les pluies. Les alternances d'humidité et de sécheresse augmentent la rapidité de la maturation.

Libération des ascospores. — En 1938, au laboratoire, à 17°, dans les conditions optima d'humidité, les périthèces mis en boîte de Pétri ont libéré les ascospores le 20 avril, après 12 heures. En 1939, la maturité était atteinte vers le 12 avril pour les périthèces de pommier et de poirier qui libéraient les ascospores après 6 heures. En 1940, le 9 avril, les projections avaient lieu après 2 heures à 11° 5, après 4 heures en plein air à 4° 5. Dès le 30 mars, l'émission était obtenue entre 50 et 70 heures pour des températures de 10 à 15° au laboratoire et de 9° à l'extérieur.

D'après ces constatations, la libération des ascospores dans la nature pouvait commencer dans la dernière décade d'avril en 1938, dès le 12 avril en 1939 et dès le 1er avril en 1940.

Si une période de pluie survenait à partir de ces dates, il était à craindre des projections d'ascospores qui détermineraient les premières infections.

Conditions de la libération. — Pour permettre la sortie des ascospores, il faut de l'eau (CURTISS)[2]. L'émission ne se poursuit qu'avec la pluie. D'après FREY et KEITT[3] l'humidité atmosphérique est insuffisante et le vol des ascospores n'est constaté que par temps pluvieux et venteux.

Pour observer les projections dans la nature à Clermont-Ferrand, dès le mois de novembre, les feuilles tavelées sont étendues sur le sol et retenues par un grillage. En avril, des plaques vaselinées sont placées au-dessus des feuilles, à 2 centimètres, pour observer les projections des ascospores. Au cours de trois années d'observation, les ascospores n'ont été libérées qu'après une pluie.

En 1938, les projections les plus importantes (celles qui ont déterminé les premières contaminations) ont eu lieu au cours de la période pluvieuse du 1er au 6 mai. En 1939, les projections ont débuté le 24 avril et se sont poursuivies le 26 avril, les 6, 8, 11 et 12 mai ; les émissions les plus fortes ont été obtenues les 6, 8, 11 et 12 mai. En 1940, les projections se sont produites pendant la deuxième quinzaine d'avril qui a été continuellement pluvieuse et les 3, 4, 21, 22, 31 mai. Les projections ont été particulièrement abondantes les 17, 18 et 30 avril. Ci-après, le résumé des observations faites sur les projections d'ascospores dans la nature, en 1939 et 1940, à Clermont-Ferrand :

[1] WILSON (E. E.). — Studies of the ascigerous stage of Venturia inaequalis (Cke) Wint. in relation to certain factors of the environment. *Phytopathology*, XVIII, 5, 1928.

[2] CURTISS (K. M.). — Ascospores ejection of the apple and pear black spot fungi. *New Zealand Journ. of Sc. and Tech.*, V, 2, 1922.

[3] FREY (C. N.) et KEITT (G. W.). — Studies of spore dissemination of Venturia inaequalis in relation to seasonal development of apple scab. *Journ. Agric. Res.*, XXX, 6, 1925.

1939.

DATE DE LA PLUIE.	DATE DE L'OBSERVATION et de l'émission.	IMPORTANCE DE L'ÉMISSION.
23–24 avril	24 avril	2 fois 20 ascospores.
25–26 avril	27 avril	2 fois 10.
6 mai	6 mai	Très importante.
7 mai	8 mai	Très importante.
10–11 mai	11 mai	Très importante.
11–12 mai	12 mai	Très importante.

1940.

DATE DE LA PLUIE.	DATE DE L'OBSERVATION et de l'émission.	IMPORTANCE DE L'ÉMISSION.
16–17 avril	17 avril	Très importante.
18 avril	18 avril	Très importante.
22–23–24 avril	24 avril	Importante.
25 avril	25 avril	Importante.
26 avril	26 avril	Importante.
30 avril	30 avril	Très importante.
1–2–3 mai	3 mai	Importante.
4 mai	4 mai	Importante.
21–22 mai	21–22 mai	Faible.
28–30 mai	31 mai	Très faible.

C'est une humidité persistante, précédant l'émission, qui diminuerait la durée et augmenterait la précocité de l'émission des ascospores d'après Jehle et Hunter [1].

La durée de l'émission s'étend, en 1938, du 1er mai au 31 mai; en 1939, du 24 avril au 12 mai; en 1940, du 16 avril au 31 mai. La période de l'émission correspond, en 1938, au stade de pré-débourrement des variétés tardives (Cravert); en 1939, au stade de pleine floraison du poirier, de pré-débourrement pour les variétés tardives (Cravert) et de bouton rose pour les variétés demi-tardives (Canada); en 1940, au stade de fin floraison du poirier, de pleine floraison des variétés demi-tardives des pommiers et de bouton rose des variétés tardives. Il n'y a donc aucune correspondance entre l'époque où les premières infections peuvent se faire et l'aspect des bourgeons et des fleurs. Se baser seulement sur les stades végétatifs de l'arbre ne permet pas de lutter efficacement et économiquement contre la tavelure.

Il est à remarquer que les pommiers en voie de débourrement, c'est-à-dire dont les bourgeons commencent à s'entr'ouvrir peuvent être contaminés. Des émissions d'ascospores peuvent même se produire très tôt avant le débourrement. Elles peuvent être retenues sur les bourgeons. D'après Wiesmann [2] elles conservent leur vitalité dans la nature pendant plus de cinq mois.

En 1940, un essai d'infection a été fait, le 3 avril, sur des bourgeons à fleurs de la variété « Canada » dans lesquels seule la fleur centrale montrait extérieurement une pointe rose. Le bourgeon a été aussitôt protégé contre d'autres infections dans un tube bouché aux deux extrémités par de l'ouate. Avant cette date aucune projection d'ascospores n'avait été observée dans la nature. Sur les parties foliaires issues de bourgeons témoins aucune infection ne s'est produite. L'extériorisation sur le bourgeon infecté a eu lieu le 23 avril après une incubation de vingt jours.

Dissémination des ascospores et des conidies. — D'après Wiesmann [2], pour assurer la dissémination des ascospores, il faut une pluie et un vent très fort. La dissémination des conidies est de même très difficile. Elles ont les mêmes exigences en pluie et en vent, mais à l'encontre des ascospores, elles sont transportées exclusivement dans une goutte d'eau. Howitt et Evans ont constaté que la dissémination dans l'espace atteignait au maximum 15 à 22 mètres au cours de l'été.

[1] Jehle (R. A.) et Hunter (H. A.). — Observations on the discharge of ascospores of Venturia inaequalis in Maryland. *Phytopathology*, XVIII, 11, 1928.

[2] Wiesmann (R.). — Untersuchungen über die Überwinterung des Apfelschorfpilzes Fusicladium dendriticum (Wallr) Fuckl im toten Blatt sowie die Ausbreitung der Sommersporen (Konidien) des Apfelschorfpilzes. *Landw. Jahrb. d. Schweiz*, XLVI, 5, 1932.

Ceci montre que la maladie de la tavelure est essentiellement une maladie à foyer : les ascospores et les conidies ne pouvant être transportées à une grande distance. Cappelletti [1], Dillon Weston et Petherbridge [2] attribuent un rôle aux insectes dans la dissémination des conidies.

Infection et durée de l'incubation. — Les infections de tavelure peuvent se produire à une température comprise entre 6° et 26°. A 6° la durée de l'infection est de 18 heures et à 21° de 6 heures, temps pendant lequel l'état hygrométrique doit être maximum. Pour les trois années considérées, dans les conditions naturelles, la durée d'incubation, à un état hygrométrique de 60 à 70 et une moyenne de température de 9° est de 23 jours ; à 12°, de 16 à 20 jours ; à 14°, de 13 jours ; à 16-17°, de 12 à 15 jours ; à 17-19° de 8 à 9 jours. En Allemagne, Kuthe et Schmidt [3] ont montré que cette durée pouvait atteindre 2 à 3 semaines à une température de 8°. Dans *Kühn-Archiv* (1938) [4] les durées indiquées sont 8 à 12 jours à 25° et 17 jours à 8°. D'après Keitt [5] le champignon de la tavelure évolue entre 6° et 26°, cependant des expositions intermittentes à 31° n'empêchent pas l'extériorisation. Les fluctuations naturelles de l'état hygrométrique n'affectent en rien la période d'incubation, celle-ci est de 17 jours à 8° et de 8 à 12 jours à 20-25°.

Conclusions.

Les traitements contre la tavelure doivent être basés sur la dissémination des ascospores. Il importe donc de connaître l'intensité de l'émission des ascospores et la période où cette émission peut se produire. Au laboratoire, l'observation des périthèces dès le mois de février permet de suivre leur maturité, de déterminer leur abondance et la valeur germinative des ascospores. Opérant à une température plus élevée qu'à l'extérieur on peut connaître la maturité des périthèces avant qu'elle ne se produise dans la nature, et par conséquent prévoir l'époque de traitement contre les infections dues aux ascospores. Dans la nature, la constatation des émissions peut se faire par lames vaselinées placées au-dessus des feuilles malades ayant passé l'hiver à la surface du sol et par plaques vaselinées placées à la hauteur des branches des arbres. L'extériorisation des taches peut être connue à l'avance à l'aide de petits pots de jeunes pommiers placés dans les arbres et rentrés en serre, à 17-18°, après la période pluvieuse. Ces petits arbres présentent des taches, s'il y a eu contamination, après 8 jours environ, alors que dans la nature, au mois d'avril et de mai, l'extériorisation de cette même contamination n'apparaît qu'après 16 à 23 jours. Par ce procédé, il est possible de savoir si les contaminations prévues ont eu lieu et de déterminer leur intensité.

L'emploi des techniques de Holz [6] à base de bleu coton permet de déceler le mycelium sur les feuilles atteintes avant l'apparition extérieure. La détection des feuilles

(1) Cappelletti (C.). — La flora fungina vivente sulla superfici stimmatiche delle piante alpine. *Nuovo Giorn. Bot. ital.*, XXXIX, 4, 1932.

(2) Dillon Weston (W. A. R.) et Petherbridge (F. R.). — Apple and pear scab in East Anglia. *Journ. Pom. and Hort. Sc.*, XI, 3 1933.

(3) Kuthe et Schmidt, cités dans *Kühn-Archiv*, 1938.

(4) Kühn-Archiv. — Die Züchtung resistenter Rassen zugleich dreizehnter Sonderband für Pflanzenbau, 1938, S. 185.

(5) Keitt (G. W.). — Some relations of environment to the epidemiology and control of apple scab. *Proc. Nat. Acad, Sc.* XII, 2. 1926.

(6) Holz (W.). — Eine Methode zur Feststellung des Befalls mit Fusicladium dendriticum vor dem Ausbruch des Schorfkrankheit bei Pirus malus. *ZBl. Bakt.*, XCII, 20-23, 1935.
Holz (W.). — Zur Färbung des Mycels von Fusicladium dendriticum in Apfelblättern. *Zbl. Bakt.* XCIV, 9-13, 1936.

malades sur l'arbre peut être faite aussi à l'aide du papier de cobalt par suite de l'augmentation considérable de la transpiration aux endroits atteints (Mills) [1].

En raison du non parallélisme entre la maturité des périthèces et la végétation du pommier et du poirier, les arbres peuvent être attaqués, suivant les années, du stade pré-débourrement au stade fin floraison, suivant la précocité de l'émission des ascospores. Les traitements basés sur les stades de végétation ne peuvent donc assurer une protection parfaite, malgré leur nombre. Par suite de la faible dissémination des ascospores et des conidies dans l'espace, les traitements les plus efficaces sont ceux qui protégeront contre les premières infections; ce qui permettra de réduire au maximum le nombre des traitements ultérieurs. Ainsi, en 1940, les vergers de la Station, ayant reçu un traitement le 24 avril, n'ont présenté que 10 p. 100 de pommes légèrement tavelées : aucune pomme n'étant gravement atteinte. Les arbres ayant reçu en outre dans la première quinzaine d'avril un autre traitement n'ont présenté que de très rares taches de tavelure.

Osterwalder [2], en 1935, recommande un traitement à la bouillie bordelaise à 4-6 p. 100 de sulfate de cuivre avant le débourrement. Son principal but est de créer ainsi un dépôt de cuivre sur les rameaux et les pousses et d'obtenir au cours des pluies ultérieures, des solutions assez riches en ions cuivre. Ce traitement offre une protection suffisante pendant plusieurs semaines et même plusieurs mois, ce qui permet souvent, de supprimer les autres traitements. Maier [3] a étudié les concentrations en ions cuivre de l'eau de pluie ayant lessivé les arbres qui ont reçu ce traitement. Cette concentration est assez élevée en avril, mai, juin, pour donner à la solution un pouvoir anticryptogamique suffisant. Une solution possédant une concentration de 0 milligr. 0012 par litre empêche la germination des spores de tavelure. En 1936, une application du traitement bleu donna sur pommiers de meilleurs résultats que le traitement à la bouillie sulfocalcique additionnée de viricuivre (Faes) [4].

En l'absence de ce traitement bleu qui permet la protection contre les premières infections, les traitements pour assurer une protection parfaite contre la tavelure doivent être effectués en tenant compte de la période d'émission des ascospores. Avec cette méthode, un ou deux traitements à la bouillie bordelaise très alcaline à 1 p. 100 de sulfate de cuivre, suivant l'importance et la durée de l'émission, suffisent à assurer la protection pratique des vergers contre cette maladie.

Organisation d'un service.

Il est donc possible d'organiser en France, un service d'avertissements contre les Tavelures, analogue à celui existant aux États-Unis [5] [6] [7], basé sur la détermination de la maturité des périthèces et le vol des ascospores dans la nature ainsi que sur la marche des dépressions et la prévision des périodes pluvieuses. Aux États-Unis, l'U. S.

(1) Mills (W. D.). — A method of detecting and demonstrating early leaf infections of apple scab. *Phytopalogy*, XXI, 1931.

(2) Osterwalder, cité par Maier (W.) (24).

(3) Maier (W.). — Die fungizid wirksamen Kupfermengen bei der Blauspritzung der Obstbäume. *Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten (Pflanzenpathologie) u. Pflanzenschutz*, 49. Band, 1939, Helf 3.

(4) Faes (H.). — Rapport annuel de la Station fédérale d'essais viticoles à Lausanne et Domaine de Pully, 1936, *Ann. agr. Suisse* 1937.

(5) Pierstorff (A. L.). — A centralized Scab spray Service. *Phytopathology*, vol. XXII, 9. 1932.

(6) Barrus (M. F.). — The organisation of a special extension service in New York State. *U. S. Dep. Agr. Off. Coop. Ext. Work*.

(7) *Forty fifth Report of the Ohio Agricultural Experiment Station* 1925-1926.

Weather Bureau prévoit trois jours à l'avance le temps probable pour le Centre des États-Unis, d'après la marche des dépressions à partir du Pacifique.

Cette organisation doit comprendre des postes d'observations, d'ordre météorologique et biologique, répartis dans les différentes régions de production (poirier et pommier). Dans chaque poste des dépôts de feuilles tavelées de pommier et de poirier sont recueillis à l'automne et placés à la surface du sol dans un endroit frais. Dès le mois de mars, des échantillons de ces dépôts sont adressés régulièrement à la Station, pour examen, en vue de suivre la formation des périthèces, leur maturité, la période d'émission des ascospores et l'énergie germinative de celles-ci.

Il sera donc possible de prévoir pour chaque région, la période critique de l'émission des ascospores et d'indiquer en temps utile le traitement pour lutter contre les premières infections. L'intensité et la durée des projections, l'importance des premières infections, permettront de se rendre compte, s'il y a lieu, de la nécessité d'effectuer d'autres applications et d'en prévoir l'époque lorsque les périodes de pluie sont à craindre. Ce service est organisé dans la région du Centre : des postes sont installés dans les régions productrices de fruits à pépins : Puy-de-Dôme (Blanzat, Perrier, Saint-Germain-Lembron, Cournols); Cantal (Coltines); Loire (Saint-André-d'Apchon); Cher (La Rose); Loiret (Barrière Saint-Marc). Ce réseau doit encore être développé.

ÉTUDE DES FACTEURS DE L'INFECTION PRIMAIRE ET DE LA DURÉE DE L'INCUBATION EN VUE DE LA PRÉVISION DES ÉPOQUES DE TRAITEMENTS CONTRE LE MILDIOU DE LA VIGNE

par C. Schad,

Directeur de la Station d'amélioration des plantes du Centre de recherches agronomiques du Massif central.

Prévision de l'infection primaire.

Les différentes méthodes d'avertissements utilisées actuellement permettent soit de constater les infections primaires, soit d'établir le moment critique où elles peuvent se produire en se basant sur les statistiques.

Par la méthode Ravaz il est possible de constater la réalisation de l'infection primaire en faisant germer des œufs de mildiou dans les conditions naturelles et en observant la formation des macroconidies après les pluies. L'invasion primaire apparaît après une incubation de neuf jours.

Capus dans le Sud-Ouest avait observé que les infections primaires étaient à craindre dès que la vigne présentait cinq feuilles développées. D'autre part, Capus et Bourdel[1] ont observé d'une manière générale que les infections primaires étaient d'autant plus intenses et plus précoces que les pluies hivernales étaient plus importantes.

A Clermont-Ferrand jusqu'à 1937 on se basait sur les statistiques pour prévoir la période critique de possibilité d'infection primaire. Dans la région du Centre, celles-ci sont à craindre dans la période du 20 au 31 mai qui est généralement pluvieuse. A ce moment la vigne présente huit feuilles en moyenne. Les infections qui se manifestent avant cette période sont de faible importance.

Les résultats des recherches entreprises de 1937 à 1940 ont permis de déterminer l'intensité et de prévoir la période de possibilité d'infection primaire.

(1) Capus (J.) et Bourdel (M.). — Pluie et mildiou. *Compte rendu de l'Académie d'Agriculture de France*, tome XVII, n° 10, 1931.

Méthode de prévision. — Cette prévision est basée sur l'observation de la germination des œufs de mildiou au laboratoire à des températures variables de 11 à 20°.

Dès le mois de mars, les œufs sont mis à germer en boîte de Pétri ou en goutte pendante. Dans les boîtes, les fragments de feuilles, portant de nombreux œufs préalablement examinés au microscope, sont dilacérés sur un fond de ouate mouillée recouvert de papier buvard. Pour l'examen en chambre humide, le fragment est dilacéré dans une goutte d'eau sur un couvre-objet et celui-ci est retourné sur la chambre contenant elle-même de l'eau. Les essais ont lieu dans les conditions optima d'humidité.

Voici les résultats obtenus dans les nombreux essais faits en 1939 et en 1940 :

1939 [1].				1940 [1].			
Début de l'apparition et maximum des macroconidies.	Quantité de macroconidies.	Durée de germination (en jours).	Température moyenne.	Début de l'apparition et maximum des macroconidies.	Quantité de macroconidies.	Durée de germination (en jours).	Température moyenne.
Essai I.							
17 avril	4	4	18°	30 avril	1	8	17°
20 avril	Nombreuses.	7	18°				
Essai II.							
21 avril	2	4	18°	29 avril	2	7	17°
24 avril	Très nombr.	8	18°				
Essai III.							
24 avril	2	4	17°	9 mai	3	6	17°
29 avril	Très nombr.	9	17°				
Essai IV.							
1er mai	3	3	16°	7 mai	6	9	17°
3 mai	Très nombr.	5	16°				
Essai V.							
11 mai	1	7	12°5	14 mai	Nombreuses.	8	17°
15 mai	6	11	12°5				
Essai VI.							
15 mai	3	4	18°	31 mai	1	10	17°
19 mai	108	8	18°				

[1] Observations faites en 1939 par M. Darpoux, préparateur auxiliaire, et en 1940 par M. Sellarès, chef de travaux.

Ces résultats permettent de se rendre compte de la rapidité de germination des œufs, de la précocité de cette germination et par conséquent de connaître le moment où elle pourra se produire dans la nature.

L'intensité de l'infection est fonction du nombre d'œufs existants et de leur énergie germinative. Ce nombre est très variable d'une année à l'autre. Branas [2], en 1939 signale la possibilité d'invasions primaires massives, liées à une abondance particulière des œufs d'hiver.

[2] Branas (J.), Bernon (G.) et Levadoux (L.). — Particularité du développement du mildiou au printemps de 1939. *Le Progrès agr. et vitic.*, 6e année, n° 20, 1939.

Caractéristiques des années 1938-1939-1940. — En 1938, les œufs de mildiou se développèrent très mal au cours des mois de mars-avril-mai, La germination demandait trente jours en avril, vingt jours en mai et dix jours en juin. Cette énergie germinative réduite doit être attribuée à la faible pluviosité de l'hiver 1937-1938 et du printemps 1938, laquelle n'a pas permis une bonne maturation des œufs. En effet, du 1er novembre au 30 avril les précipitations furent de 75 millim. 6 en 1938, 159 millim. 45 en 1939, et 238 millim. 3 en 1940. Les sommes des températures du 1er novembre au 30 avril : 1189° 1 en 1938, 1166° en 1939, 1163° 3 en 1940, sont sensiblement les mêmes au cours des trois années et ne peuvent être invoquées.

Les données obtenues en 1938, faible pourcentage de germination et durée très longue de cette germination, indiquaient que l'intensité de l'infection serait très faible. Il n'y avait donc pas lieu de prévoir un traitement. En effet, les pluies du 15 mai au 5 juin n'ont déterminé dans les différents départements de la région du Centre que quelques rares infections primaires provoquant des taches peu nombreuses dans les lieux favorables à la maladie. Les infections réalisées n'avaient aucune importance pratique. Les pluies du 30 juin au 10 juillet ont déterminé une nouvelle infection primaire qui a été plus généralisée et plus intense que la précédente. Les infections secondaires n'ont été importantes qu'en août et septembre. Elles se sont manifestées sur le rejets et sur les feuilles adultes où elles ont déterminé des taches en mosaïque.

L'observation au laboratoire de la germination des œufs a donc permis de réduire au minimum les traitements contre cette maladie. Un seul traitement liquide, recommandé sur toutes les vignes le 4 juillet, a assuré la protection pratique de celles-ci. Si l'on s'était basé sur les conditions climatiques de l'année sans connaître les conditions de germination des œufs, le nombre des traitements aurait été sensiblement augmenté, puisque les quantités de pluies ont été plus importantes qu'en 1937 (288 millim 15 en 1938 contre 225 millim. 70 en 1937) pour les mois de mai, juin, juillet, août.

En 1939, les taches en mosaïque présentaient un fort pourcentage d'œufs. Les observations relatives à la germination, faites du 15 avril au 15 juin, dans les conditions optima d'humidité et dans des conditions variables de température ont mis en relief la grande énergie germinative des œufs et leur rapidité de germination.

La germination demandait six à quatre jours en avril; quatre à trois jours du 15 au 31 mai; trois à deux jours à partir du 1er juin. A 12° 5, la durée de germination était comprise entre sept et onze jours au début de mai; les macroconidies étaient très nombreuses dans tous les essais. Ces données permettaient de déduire que, vers le 15 mai, dans les conditions naturelles, les infections primaires étaient particulièrement à craindre. Aussi, vers la fin mai, un traitement partiel a été recommandé dans les vignes sensibles. La première infection primaire s'est manifestée le 21 mai à la suite de pluies du 15 au 21 mai, la seconde à la suite des pluies du 1er au 5 juin. Cette dernière a été générale. En raison de l'importance des infections primaires, les nombreuses infections secondaires ont été très intenses à la fin de juin et en juillet.

En 1940, l'examen des taches en mosaïques ne montre qu'une très faible proportion d'œufs. La germination est très lente. En avril, quelques macroconidies apparaissent en huit jours; dans la première quinzaine de mai, en six-huit jours. Dans la seconde quinzaine de mai, la durée de germination augmente et atteint vingt jours, les macroconidies sont toujours relativement peu nombreuses.

La première infection primaire était donc possible dès la fin avril, si une période pluvieuse d'une dizaine de jours survenait. Mais en raison du faible pourcentage d'œufs

germant, elle n'aurait présenté qu'une faible importance. Il n'y aurait donc pas eu lieu de recommander un traitement.

A la suite des pluies de fin avril, début mai et du 14 au 22 mai, les infections ont été très rares et de faible importance dans le Puy-de-Dôme. Dans les autres départements de la région du Centre, ce sont les pluies de fin mai qui ont déterminé une infection primaire très faible. A Clermont-Ferrand il n'a pu être observé qu'une tache et à Baule deux taches seulement sur plusieurs hectares de vigne.

Si le service des avertissements avait fonctionné, il eut été nécessaire de lutter contre les infections secondaires avec un traitement partiel le 5 juin dans les vignes exposées à la maladie; deux traitements généraux, les 20 juin et 8 juillet. Ces trois traitements auraient suffi, dans tous les cas, pour assurer la protection parfaite contre les infections secondaires qui ont été très intenses en raison des pluies du 10 au 25 juin et du 9 au 21 juillet.

Dans la vigne d'expérience du Centre, un seul traitement effectué le 8 juillet a permis une protection suffisante des feuilles pendant toute la végétation, 13 p. 100 des grappes ont été atteintes par les infections de juin. Dans une vigne voisine, traitée les 20 juin et 8 juillet, 1 p. 100 seulement des grappes a été attaqué. Avec deux traitements, on arrivait donc à une protection de 99 p. 100 de la récolte.

Conclusions. — L'examen des œufs au cours des mois de mars, avril et mai permet donc de se rendre compte du nombre d'œufs, de l'époque de leur maturité.

Ainsi, il est possible de prévoir l'époque probable et l'importance de l'infection primaire. Dans chaque poste d'observation, il est nécessaire pour cela de disposer d'un lot de feuilles présentant des taches en mosaïque, placé, en novembre, dans un endroit humide à la surface du sol. Au cours des mois de mars, avril, mai, des parties de ce lot sont adressées à la Station qui les étudie suivant la méthode indiquée, ce qui permet de suivre l'évolution des œufs dans les conditions localés.

Dans les conditions naturelles, les facteurs déterminant l'infection primaire sont : la présence de germes actifs, établie au laboratoire, une température supérieure à 11° (zéro de végétation des œufs), une période pluvieuse maintenant l'humidité à la surface du sol pendant plusieurs jours. Par l'observation de ces facteurs il est donc possible d'établir l'époque exacte de la réalisation de l'infection primaire.

Suivant l'élévation de la température et l'importance des pluies à ce moment, connaissant l'énergie germinative et la proportion des œufs d'après les études au laboratoire, il est possible de déterminer l'importance et la généralisation de cette infection.

S'il y a lieu, un traitement sera recommandé dans les vignes situées en milieu favorable à l'évolution de la maladie avant la réalisation, dans la nature, des premières infections. Suivant l'importance de l'infection primaire un traitement sera ou non indiqué avant l'extériorisation des taches pour protéger la vigne contre les infections secondaires.

Infections secondaires.

Ces infections provenant des conidies, demandent pour se produire les conditions suivantes [1]; existence de germes actifs, pluie ou une période pluvieuse et une température supérieure à 8°.

Pour permettre la germination des conidies, il faut de l'eau de pluie. Les rosées sont

[1] Schad (C.). — Les stations d'avertissements agricoles et la lutte contre le mildiou de la vigne. *Annales d'Épiphyties et de Phytogénétique*, tome II, fasc. 3, 1936.

insuffisantes pour permettre l'évolution des conidies. Quant à la température, elle est toujours suffisamment élevée en juin et en juillet. La persistance de l'eau sur les feuilles pendant six à deux heures à des températures comprises entre 11 et 20° suffit pour assurer l'infection.

Ces conditions permettent de déterminer quand les infections secondaires se sont produites. Leur intensité est fonction de la précocité et de l'importance des infections primaires, de la concordance entre la formation de conidies fraîches et des pluies, de l'importance des pluies de juin et juillet ainsi que des stades critiques de la vigne (pré-floraison, fin floraison et importance de la surface foliaire non protégée).

En tenant compte de ces considérations, le nombre des traitements sera plus ou moins élevé.

Durée d'incubation.

Pour prévenir l'apparition des taches, il est indispensable de connaître la durée d'incubation, temps compris entre l'infection et l'apparition extérieure.

Trois facteurs interviennent dans les conditions naturelles pour modifier cette durée : la température, l'état hygrométrique, le végétal.

La durée varie suivant les organes : feuilles et grappes et peut-être, pour un même organe, d'après son âge ; elle est toujours plus longue sur les grappes que sur les feuilles.

Le zéro de végétation du mycelium à l'intérieur des tissus paraît être de 7 à 8°. En effet Ravaz [1] n'a pas obtenu de contamination à une température inférieure à 8°, bien que les conidies germent à partir de 4°5 suivant cet auteur et de 2°2 à 3° suivant Gessner [2]. Le zéro de développement des conidies ne peut donc s'appliquer au mycelium ; de même celui des œufs qui est de 11°.

En se basant sur les résultats obtenus par Muller et Sleumer [3] pour des infections de feuilles en serre, à température constante et à humidité maximum, en prenant 7° comme zéro de végétation, la somme des températures nécessaire est de 40° [4] donc la durée est de 6,6 jours à 13° et de 2,5 jours à 23°.

A température constante et à humidité relative de 80-90 la somme des températures est en moyenne de 65° soit une durée d'incubation de 11 jours à 13° et de 4 jours 1/2 à 23°.

A température variable et à humidité variable (moyenne 85) la somme de température est de 65°, par conséquent les durées d'incubation sont les mêmes que précédemment.

A des températures inférieures à 13° intervient un autre facteur : les conidiophores ne se développent qu'au-dessus de 13° et à une humidité relative de l'air comprise entre 95 et 100° (Ravaz). A ces températures inférieures à 13°, l'extériorisation des taches ne se produit que lentement sous forme de taches d'huile, surtout quand l'état hygrométrique reste élevé. Au-dessus de 23°, les durées d'incubation sont plus longues parce que les sommes de températures sont supérieures aux sommes indiquées, principalement en août et septembre.

L'humidité atmosphérique joue un grand rôle dans l'évolution du mildiou pendant

(1) Ravaz (L.). — Le Mildiou. *Traité géné. de Vitic.*, IIIe partie, tome III.

(2) Gessner (A.). — 10. u. 11. Jahresber. des Bad. Weinbauinstituts Freiburg (Br.) 1930-1931.

(3) Muller (K.) et Sleumer (H.). — Biologische Untersuchungen über die Peronosporakrankheit des Weinstocks, 1934.

(4) Obtenue suivant la formule : $t = (t^m - t_0)\, j$.
Somme de températures = différence entre la température moyenne pendant l'incubation et le zéro de végétation (7°) multipliée par la durée de l'incubation en jours.
Cette somme est constante pour un état hygrométrique

la période d'incubation, puisque par exemple, à une température de 14° avec une humidité absolue, la durée est de 6 jours, avec une humidité relative moyenne comprise entre 80 et 90 elle est de 10 jours. Cette différence de 4 jours représente une variation de 40 p. 100 plus importante que celle qui est provoquée par une variation de température de 20° à 14° à un état hygrométrique constant (80-90). Lorsque l'on passe de 20 à 14° en atmosphère saturée la différence entre les variations de durées n'est que de l'ordre de 25 p. 100.

Il faut donc prendre en considération non seulement la température, mais tous les facteurs qui peuvent influencer la durée du développement : variations de l'humidité et de la température. L'évaluation de la rapidité de développement sous différentes conditions devrait être exprimée, non en degrés journaliers mais en unités de développement comme Glenn et Shelford[1] l'ont établi pour le carpocapse. Les recherches se poursuivent à ce sujet.

Dans le climat de la région du Centre, en raison des brusques variations de l'état hygrométrique qui descend souvent en dessous de 60, les minima atteignant fréquemment 30, il importe de faire intervenir ce facteur dans la durée d'incubation. Dans la nature, les moyennes de l'état hygrométrique sont comprises entre 60 et 70. Il est certain que lorsque l'humidité de l'air descend en dessous de 60, le mycelium ne doit se développer que très faiblement à l'intérieur des tissus.

En ne tenant compte pour chaque jour que des heures où l'humidité relative est supérieure à 60, on obtient pour des durées anormales d'incubation une durée comprise entre la courbe théorique à humidité relative de 100 et la courbe de Muller établie d'après une humidité moyenne de l'air de 80 à 90°. La température moyenne d'incubation est obtenue d'après la température des heures pendant lesquelles l'humidité relative a été supérieure à 60° (planimétrage des feuilles du thermomètre enregistreur).

La correction ainsi effectuée sur les durées d'incubation, observées au cours des années 1938, 1939 et 1940, donnent des résultats probants comme l'indique le tableau ci-après :

Période.	Incubation.				Températures moyennes.		Durée théorique.	
	Durée observée (jours).	État hygrométrique moyen.	Durée où l'état hygrométrique sup. 60° (en heures).	Durée rectifiée (jours).	Observées.	Rectifiées.	E. H. = 100.	E. H. = 80-90.
1938.								
5 au 16 juin	11	70	153	6,4	10,8	14,2	6	9
30 juin au 10 juillet	11	74	156	6,5	15,3	14,1	6	9
1939.								
20 mai au 4 juin	15	65	215	9	14,3	12,1	8	13
5 au 16 juin	11	67	178	7,4	16	14	5,5	9
24 juin au 3 juillet	9	69	167	7	16,7	14,4	5,3	8,5
5 au 15 juillet	10	69	130	5,4	15,9	15,9	4,6	7,5
7 au 14 août	7	69	109	4,5	18,5	17	4	6,2
1940.								
29 mai au 12 juin	14	65	208	6,2	15,8	13,4	6	9,6
12 au 22 juin	10	73	186	5,8	16,7	15,5	4,6	7,6
12 au 25 juin	7	64	128	5,3	17	16,5	4,9	6,8
22 juin au 2 juillet	10	69	142	6	15	16	4,5	7,1
10 au 20 juillet	10	68	142	6	16,3	16	4,5	7,1

[1] Cités par Uvarov (B. P.). — Insects and climate, 1931.

En ne considérant que les heures où l'état hygrométrique se maintient au-dessus de 60, il sera possible de prévoir avec plus de sûreté l'apparition des invasions primaires et secondaires et en conséquence d'améliorer la prévision des époques de traitements.

Conclusions générales.

La méthode d'avertissements agricoles appliquée à Clermont-Ferrand, a donné les résultats tangibles dans la lutte contre le mildiou de la vigne. Ils ont été exposés dans les comptes rendus sommaires des travaux des stations et laboratoires en 1938 et en 1939.

Les données exposées ci-dessus, prévisions de l'infection primaire, facteurs de la période d'incubation, permettront encore d'améliorer la sûreté des prévisions des époques de traitement et de réduire le nombre des applications au maximum tout en assurant une protection parfaite du vignoble.

RECHERCHES SUR QUELQUES PARASITES

DES

ARBRES FRUITIERS

par J. Barthelet,

Directeur de la Station de Botanique et de Phytopathologie d'Antibes.

Introduction.

Les nombreux champignons parasites qui attaquent les arbres fruitiers ont une importance économique très inégale.

Les plus graves sont bien connus : ce sont eux qui provoquent les Tavelures des arbres à pépins, le Chancre du pommier, les Monilioses des arbres à noyaux, etc. Un très grand nombre d'espèces, de gravité heureusement plus faible, produisent des altérations qui sont souvent confondues entre elles ou avec celles des parasites très graves. Cette différenciation échappe le plus souvent aux arboriculteurs même avisés.

Plusieurs de ces champignons parasites attaquent à la fois les rameaux sur lesquels ils produisent des chancres plus ou moins profonds, et les fruits sur lesquels ils occasionnent des pourritures. Cette dualité d'action est souvent la conséquence du passage du parasite à travers le pédoncule floral ou le pédicelle du fruit. Parfois l'attaque primaire se produit sur les fleurs et le parasite s'introduit ultérieurement dans le rameau (chancres à *Monilia*) ; souvent, au contraire, la contamination se fait à partir de lésions de rameaux. Les fruits présentent alors une altération sur la partie adhérente au pédicelle (*Nectria ditissima, Phacidiella discolor, Sphaeropsis malorum, Cytospora* divers, etc.).

Pendant ces dernières années, nous avons pu examiner et étudier un certain nombre de ces parasites nouveaux ou peu connus en France. Nous avons jugé utile de résumer ici leurs caractères descriptifs et leurs symptômes, ainsi que les quelques observations que nous avons pu faire sur leurs conditions de développement et leur répartition géographique.

Les matériaux examinés proviennent soit d'envois effectués par des arboriculteurs à la Station Centrale de Pathologie végétale de Versailles et à la Station de Pathologie végétale d'Antibes, soit de récoltes effectuées par nous-mêmes dans les vergers de diverses régions fruitières françaises.

I. *Coryneum foliicolum* Fuckel.

Notre attention a été attirée sur ce parasite par un envoi de fruits malades en provenance des Pyrénées-Orientales. Il s'agissait en l'occurence d'un lot important de Reinettes du Canada grises présentant une pourriture interne. L'isolement de l'agent parasite a permis de l'identifier comme étant le *Coryneum foliicolum* Fuckel.

Ce champignon est commun sur le feuillage des Rosacées et on l'a signalé sur Pommier dans divers pays.

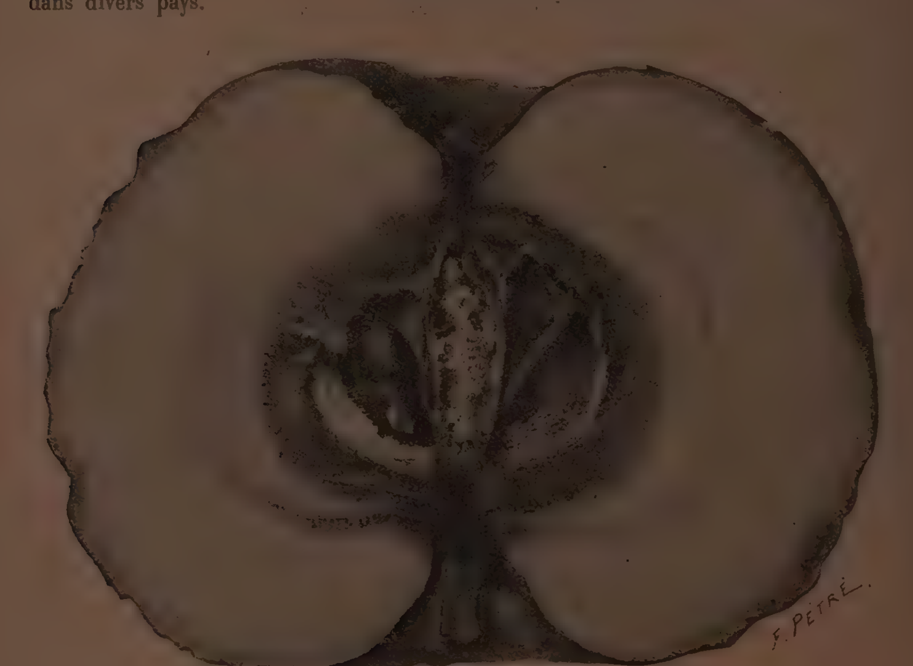


Fig. 1. — Reinette du Canada parasitée par *Coryneum foliicolum* (gr. 4/5).

a. *Description de la maladie.*

Sur feuilles, il produit de petites taches rondes, de couleur rougeâtre, de 3 à 5 millimètres de diamètre. Ces altérations rappellent beaucoup celles qui sont produites par le *Sphaeropsis pseudodiplodia*; elles s'en distinguent un peu par leur forme moins régulière, leurs dimensions souvent un peu plus grandes, et les fructifications du parasite réparties à leur surface.

Des bouillies cupriques mal préparées, trop acides ou de concentration trop élevée, peuvent produire des dégâts assez comparables, mais dans ce cas, il n'y a, à la surface des taches nécrosées, aucune fructification.

Des altérations ont été décrites sur rameaux par divers auteurs, mais nous n'avons pas encore eu l'occasion de les observer.

La forme la plus grave de la maladie semble être l'altération des fruits. Elle a été si-

gnalée par LEWIS aux États-Unis, en 1910, et par HORN, puis par KIDD et BEAUMONT en Angleterre en 1920 et en 1924.

En 1930, HEALD constate la présence de ce parasite sur pommes conservées en frigorifique aux États-Unis.

Les premiers échantillons que nous avons étudiés ont été adressés en 1937 à la Station Centrale de Pathologie végétale, en provenance de la Vallée du Tech, dans les Pyrénées-Orientales. Il s'agissait de fruits de choix, de la variété Reinette du Canada grise, expédiés normalement sur le marché de Paris.

Plus tard, nous avons isolé ce champignon à deux reprises différentes, en octobre et en décembre 1940, sur des pommes provenant du Département de l'Ain et vendues sur le marché d'Antibes.

Enfin, en 1941, nous l'avons observé sur des fruits momifiés à la suite d'attaques par un insecte le *Rynchytes bacchus*. Ces fruits, en provenance de Saint-André-des-Alpes (Basses-Alpes), nous avaient été remis par notre excellent collègue, M. PUSSARD, Directeur de la Station de Zoologie agricole d'Antibes, qui poursuivait des recherches sur la biologie de ce charançon.

L'aire de répartition de ce parasite, sur fruits tout au moins, semble localisée à des régions de moyenne altitude et à climat assez froid et humide. Il est vraisemblable que de telles conditions de milieu favorisent l'évolution de ce champignon.

Les fruits attaqués ne présentent le plus souvent aucune lésion extérieure. Ce n'est que par sectionnement que l'on constate au milieu du fruit, autour du péricarpe, une zone brune, rappelant un blétissement par surmaturation (fig. 1). Cette zone s'étend progressivement vers la périphérie, la partie saine se réduisant à une couche de tissus d'épaisseur de plus en plus faible. Quand cette couche est suffisamment mince, le fruit éclate sous une simple pression des doigts, la partie interne, pourrie, ne présentant plus aucune résistance. Cette évolution sur fruits infectés naturellement, est assez rapide et ne met qu'une vingtaine de jours à se réaliser à la température de 16°. Elle est sans doute plus lente dans les conditions normales de conservation, au fruitier, à basse température.



FIG. 2. — Poil verruqueux sur les membranes endocarpiennes de pommes attaquées par *Coryneum foliicolum* (gr. 500).

L'altération se différencie donc assez nettement de toutes les autres pourritures de fruit (*Monilia*, *Sphaeropsis*, etc.) par ce développement à partir d'une infection axiale. La maladie ne peut donc être décelée qu'à un stade très avancé, quand la désagrégation des tissus est généralisée. Jusqu'alors les fruits malades ne peuvent être séparés des fruits sains,

et, de bonne foi, l'arboriculteur peut expédier un lot de fruits qui se révèlent tous en mauvais état chez le consommateur.

L'altération semble commencer au point d'insertion du pédicelle et provient sans doute d'une infection de rameaux.

La chair du fruit est envahie par des filaments mycéliens, hyalins, cloisonnés, mesurant 3 à 5 μ de diamètre.

Le lot de fruits en provenance des Pyrénées-Orientales présentait de façon très uniforme un développement de poils verruqueux (fig. 2) sur la cavité axiale située entre les loges de l'endocarpe et sur les parois de l'endocarpe (fig. 1). Ces poils ont été déjà signalés et décrits sur pommes par Sorauer qui les a désignés sous le nom de poils laineux (Woolstreifen). La présence de cette anomalie sur certaines variétés et certaines années seulement, a conduit cet auteur à les considérer comme le résultat d'une altération physiologique. Il les attribue à un éclatement des tissus sclérifiés des membranes endocarpiennes par un brusque et abondant apport d'eau pendant une période de rapide accroissement du fruit. Par ces fissures, certaines cellules prolifèrent en forme de poils épais.

Les boutons dont sont recouverts ces poils seraient le résultat du gonflement d'une fine lamelle intermédiaire de la paroi de ces poils.

b. *Etude du parasite.*

Le champignon peut s'isoler facilement en cultures pures à partir de prélèvement à la zone des tissus sains et des tissus malades. Il se développe assez mal sur milieux gélosés additionnés de jus de prunes. Il forme alors assez rapidement des spores mais en faible quantité. Le développement mycélien est très restreint.

Sur gélose à la farine d'avoine, le développement est plus abondant, et les cultures prennent un aspect très caractéristique. Il se forme d'abord un revêtement mycélien

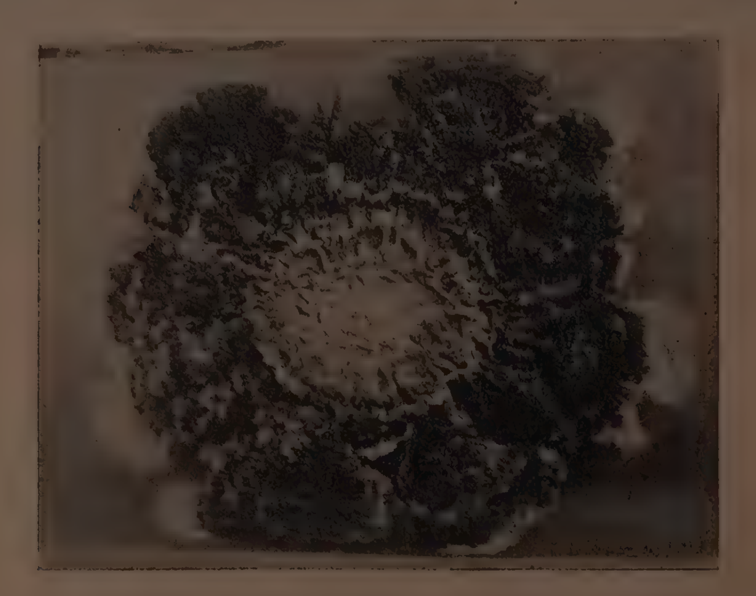


Fig. 3. — Culture pure de *Coryneum foliicolum*, en fiole de Roux, sur milieu gélosé à la farine d'avoine (3/4 gr. nat.).

blanc soyeux qui ne tarde pas à se couvrir de fructifications en masses noir brillant. A la température de 20°, les spores se forment à partir du quatrième jour.

Ces fructifications, d'abord isolées, se réunissent bientôt en une croûte continue, mais à contours irréguliers, lobés, et à surface mamelonnée. Cette masse est auréolée d'une zone blanche de 5 à 10 millimètres formée de mycélium. Le centre de la culture prend souvent une teinte blanche due à la présence de filaments germinatifs sur les spores les plus âgées. La fig. 3 montre ces différentes caractéristiques sur une culture en fiole de Roux sur gélose à la farine d'avoine.

Par inoculations artificielles sur fruits, il est assez facile de reproduire la maladie. On les réalise par une introduction sous l'épiderme du fruit, préalablement désinfecté, d'un fragment de culture pure. L'infection évolue rapidement.

A la température de 20° en étuve, l'altération mesure 2 centimètres de diamètre au bout de quarante-huit heures, 5 centimètres le cinquième jour. Le fruit est complètement envahi à partir du douzième jour.

Sur des fruits laissés à la température de 15° C. la progression de l'infection a été beaucoup plus lente et ne s'est guère manifestée qu'à partir du dixième jour.

Les spores du champignon sont assez régulières et mesurent 16 μ de long sur 6,5 à 7 μ de large. Elles ont trois cloisons transversales. La cellule basilaire a une paroi plus mince et moins colorée que les trois autres cellules.

c. *Étude de la germination des spores.*

La germination de ces spores rappelle beaucoup celle du *Coryneum Beijerinckii* des arbres fruitiers à noyaux. Chaque élément cellulaire de la spore peut émettre un filament mycélien simple ou ramifié à une distance variable. Parfois, une même cellule émet deux filaments mycéliens.

Le filament germinatif évolue quelquefois rapidement en une spore secondaire homologue de la spore-mère.

Cette germination est souvent précédée d'un cloisonnement de la spore qui peut avoir alors jusqu'à six ou sept cloisons. En milieu artificiel, il y a presque toujours gonflement marqué de la spore avant germination.

Comme dans d'autres champignons de ce groupe, la spore se transforme plus ou moins en chlamydospores par séparation des cellules au niveau des cloisons. Ces éléments cellulaires prennent alors une forme arrondie; leur paroi s'épaissit beaucoup et il est vraisemblable que l'on se trouve devant une forme de résistance permettant la conservation du parasite dans un milieu biologique défavorable. La figure 4 reproduit la plupart des modalités normales et anormales que l'on peut observer dans la germination du *Coryneum foliicolum.*

Au cours d'études sur la toxicité de certains produits (Barthelet 1942), nous avons pu essayer l'action comparée, sur les spores de *Coryneum microstictum* du sulfate de cuivre et de deux composés phénolés. Les résultats obtenus sont condensés dans le tableau ci-après.

L'action des sels de cuivre est assez remarquable. A une concentration même élevée, il existe un faible pourcentage de germination. Ce pourcentage n'augmente guère avec la dilution. Ces résultats sont très différents de ceux obtenus sur d'autres champignons, mis simultanément en expérience. Les deux composés phénolés étudiés n'ont montré qu'une toxicité relativement faible, beaucoup plus faible par exemple que celle qu'ils ont manifestée sur des champignons dont la germination se fait par zoospores (*Plasmopara viticola*).



Fig. 4. — Germination de spores de *Coryneum folïicolum* (gr. 1.000).

Action de quelques produits sur la germination des spores de Coryneum foliicolum.

PRODUITS.	CONCENTRATION de LA SOLUTION.	P. 100 DE GERMINATION APRÈS 24 HEURES.	P. 100 DE GERMINATION APRÈS 4 JOURS.
Sulfate de cuivre	1/100	1 p. 100	1 p. 100
	1/1.000	1 p. 100	1 p. 100
	1/10.000	1 p. 100	1 p. 100
	1/100.000	2 p. 100	2 p. 100
	1/1.000.000	2 p. 100	2 p. 100
	1/10.000.000	2 p. 100	2 p. 100
	1/100.000.000	2 p. 100	2 p. 100
Orthophenylphénate de soude.	1/100	1 p. 100	1 p. 100
	1/1.000	3 p. 100	5 p. 100
	1/10.000	20 p. 100	20 p. 100
	1/100.000	30 p. 100	30 p. 100
Pentachlorophénate de soude.	1/100	0 p. 100	0 p. 100
	1/1.000	0 p. 100	0 p. 100
	1/10.000	2 p. 100	10 p. 100
	1/100.000	60 p. 100	60 p. 100

d. *Etude mycologique.*

Le *Coryneum foliicolum* est une espèce assez imprécise. et, suivant ARNAUD (1931), ce nom a été donné à des champignons venant sur des plantes parfois botaniquement très éloignées : *Quercus, Crataegus, Rubus,* etc.

KIDD et BEAUMONT considèrent que cette espèce est à rapprocher du *Coryneum microstictum* B. et BR. qui se développe aussi sur les rameaux de divers hôtes : *Crataegus, Rosa, Rubus, Staphylea.* Miss JENKINS (1937) constate l'identité des cultures de *Coryneum microstictum* isolées de rameaux de Rosiers avec le *Coryneum microstictum* var. *mali,* cette dernière forme étant identique au *Coryneum foliicolum.*

Seule une étude par essais d'inoculation permettrait de mettre en évidence la différence qui existe certainement entre les espèces se développant sur les Rosacées et les plantes appartenant à d'autres familles, les premières n'étant vraisemblablement que des formes d'une même espèce à laquelle on peut conserver le nom de *Coryneum foliicolum* FUCK.

e. *Moyens de lutte.*

Il n'y a guère lieu d'envisager de moyens de lutte spéciaux contre cette maladie. L'évolution du champignon s'effectue sur le feuillage pendant l'été et sur fruits aux approches de la maturation. Le cycle des traitements cupriques contre la tavelure doit suffire à réduire les dégâts dus au *Coryneum foliicolum.*

II. *Phacidiella discolor* (Mout.) Poteb.

Nous avons décrit il y a quelques années, ce champignon parasite comme agent de pourriture de Poires (BARTHELET, 1933). Cette étude avait été faite sur un lot de fruits adressés par un commerçant de Paris à la Station Centrale de Pathologie végétale. Il ne nous avait pas été possible alors de préciser l'origine de ces fruits.

Les circonstances nous ont permis depuis d'étudier en place une forme plus grave

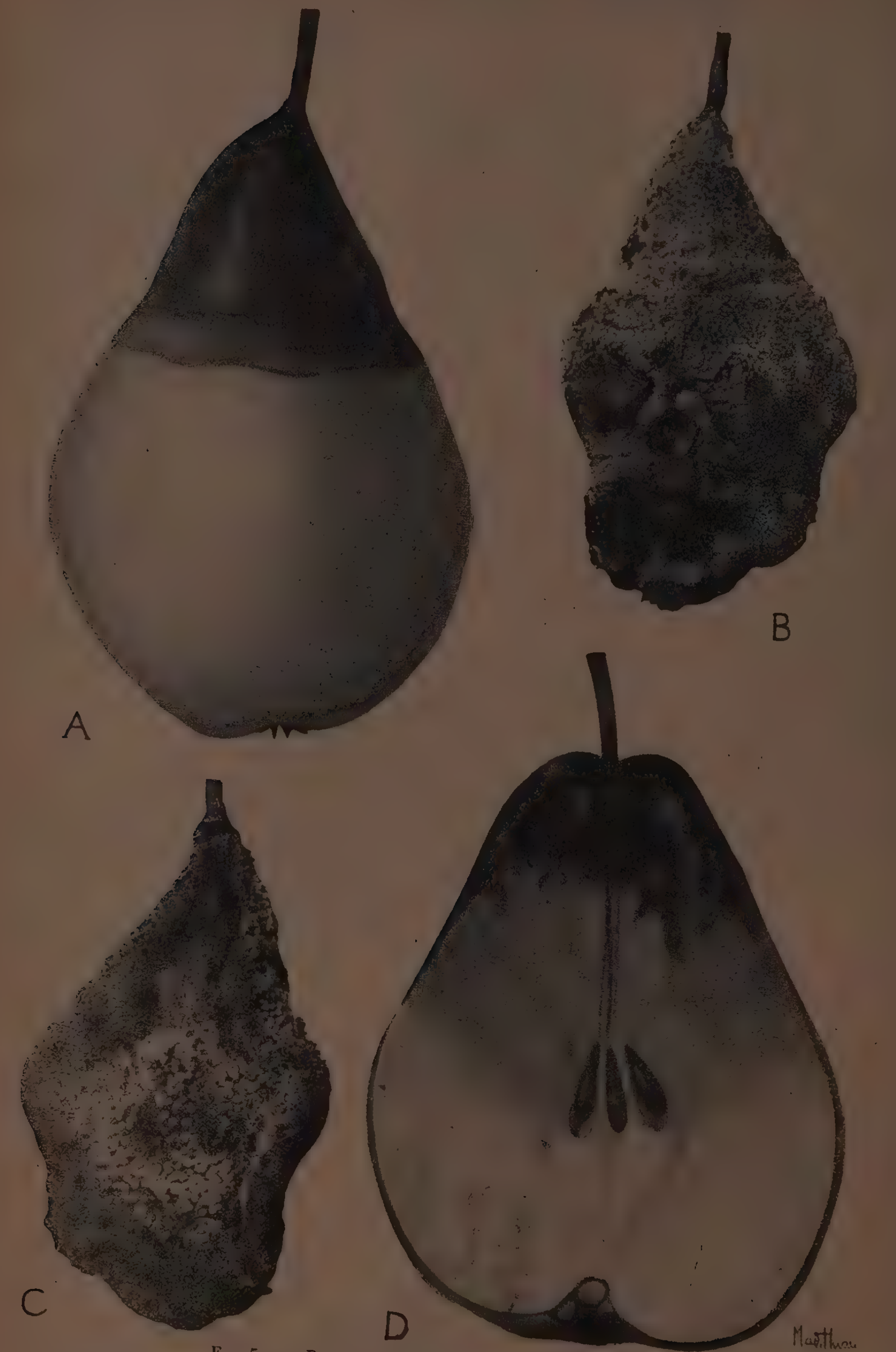


Fig. 5. — Poires attaquées par *Phacidiella discolor*.
A. Début d'attaque ; B. Fruit recouvert de pycnides ; C et D. Les mêmes, en coupe (gr. nat.).

des dégâts produits par cet organisme : les chancres sur rameaux. Nous avons pu alors vérifier que les fruits étudiés en 1933 provenaient des mêmes vergers.

Ce parasite est un exemple typique de ces champignons qui attaquent à la fois rameaux et fruits, d'où la nécessité de mener la lutte contre ces deux formes pour l'éliminer des vergers contaminés.

a. *Description de la maladie.*

Sur fruits, ainsi que nous l'avons décrit précédemment, le champignon produit une pourriture sèche assez caractéristique. Les fruits malades sont attaqués à leur partie



Fig. 6. — Chancres produits sur les branches charpentières de poiriers par *Phacidiella discolor*. A. Sur plaie de taille ; B. A la base d'une coursonne (gr. 2/3).

supérieure sans que l'on puisse trouver de lésions ni de galeries d'insecte, l'infection provenant certainement de rameaux envahis par le mycelium du champignon.

La chair présente des zones brunes avec, près de l'insertion du pédicelle, des tissus fortement noircis (fig. 5 D) ; l'épiderme devient d'un noir brillant sauf à la marge de la lésion qui reste brun rougeâtre (fig. 5A). Mis sous cloche, les fruits ne tardent pas à se recouvrir de très nombreuses fructifications globuleuses dont la couleur blanc grisâtre est due à la couche de poils qui les recouvre. Ce sont des pycnides : elles laissent exsuder à leur sommet une gouttelette brillante (fig. 5B et C).

Sur rameaux, nous avons observé la maladie dans des vergers où nous avaient été signalées des dessications anormales des branches charpentières. Il s'agissait en l'occurrence de poiriers taillés en gobelet des variétés Duchesse d'Angoulême et Beurré Giffard.

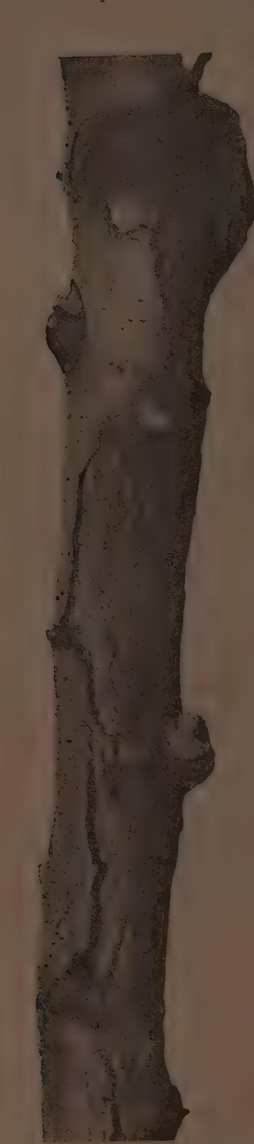


Fig. 7. — Chancre allongé sur rameau de poirier (gr. 1/3).

Les arbres malades présentent sur ces rameaux des chancres superficiels rappelant ceux qui ont été attribués parfois au *Sphaeropsis pseudo-diplodia*. Ils sont souvent localisés autour d'une plaie de taille (fig. 6A) ou au point d'insertion d'une couronne desséchée (fig. 6B). Ces chancres de rameaux sont parfois très allongés, atteignant 60 à 80 centimètres, et délimitent alors une longue bande de tissus desséchés et déprimés, séparés des tissus sains par des crevasses longitudinales qui laissent apparaître les tissus méristématiques sous-jacents fortement noircis (fig. 7). Cette forme d'altération peut rappeler les coups de soleil fréquents sur les troncs des jeunes arbres, mais s'en différencie par l'absence de la cicatrisation en bourrelet qui se produit normalement dans ce cas. De plus, l'orientation des tissus tués par coups de soleil est constante, ce qui ne se produit pas dans les tissus envahis par le *Phacidiella discolor*.

Ces chancres se différencient aussi de ceux qui sont produits sur Poiriers par le *Sphaeropsis pseudo-diplodia* et qui présentent souvent des zones concentriques rappelant le chancre du pommier (dû au *Nectria ditissima*).

Si on examine soigneusement à la loupe la surface des écorces malades, on constate la présence de nombreuses fructifications sous forme de petites boursouflures d'un demi-millimètre de diamètre. On peut les distinguer sur la figure 6 B. Ce sont là les pycnides du champignon qui ont été décrites sous le nom de *Phacidiopycnis malorum* Poteb.

A côté de ces pycnides existent des fructifications en coupe, de couleur noir violacé foncé. Ce sont les apothécies de la forme parfaite *Phacidiella discolor*.

b. *Répartition de la maladie.*

Le champignon a d'abord été décrit, sur fruits, en Russie (Potebnia 1910), puis en Suisse (Osterwalder 1922), en Belgique (Marchal 1921) et en Angleterre (Southee et Brooks 1926, Brooks 1928, Nattrass 1928).

Plus récemment, Wollenweber le décrit en outre sur rameaux de Cognassiers dans les environs de Berlin (Wollenweber 1937).

En France, la maladie nous a été signalée en Seine-et-Oise, dans les régions de Saint-Germain et Chambourcy par M. Marcel, Professeur d'Horticulture, à qui nous devons d'avoir pu étudier en place son développement et ses dégâts. Depuis lors, M. Marcel a observé son extension dans la région de Suresnes et à Fontainebleau.

c. *Conditions de développement.*

La maladie a dû débuter dans la région de Seine-et-Oise à la suite d'un hiver rigoureux. Le parasite n'a pu être immédiatement éliminé au début parce qu'il était mal connu des arboriculteurs qui n'ont pas bien séparé son action de celle qui était due directement au froid. Ils ont bien l'habitude de rabattre un peu les prolongements des branches charpentières, mais ils ne l'ont pas fait suffisamment pour éliminer tous les tissus envahis par le parasite. Ce n'est qu'au bout de plusieurs années, devant la nécessité de supprimer les extrémités desséchées des charpentières et souvent même un nombre assez élevé de celles-ci, qu'un arboriculteur s'est inquiété et nous a signalé le fait.

La maladie telle que nous l'avons observée se développait dans des vergers enclos, sur coteaux de faible pente exposés au Sud. Elle avait envahi la moitié inférieure des parcelles par conséquent la zone la plus brumeuse et la plus froide, celle aussi où la végétation est rendue plus tardive par une humidité plus grande du sol.

Il est vraisemblable que la pénétration initiale s'est effectuée par des bourgeons tués par le froid. Cette hypothèse est confirmée par la localisation de la maladie sur certaines variétés, en particulier Duchesse d'Angoulême. Ces variétés, à aoûtement tardif, sont sensibles aux gelées d'automne et dans les années où les froids arrivent de bonne heure, on constate des dégâts assez graves. Cette dessication peut porter sur les yeux de l'extrémité. C'est le cas des brindilles développées au cours de l'année et qui étant donné leur faible vigueur, ne sont pas soumises aux pincements d'été (fig. 8A). Sur rameaux plus vigoureux, la destruction porte soit sur la partie terminale (fig. 8B), soit simplement sur des yeux de la base (fig. 8C). Enfin, sur des rameaux de vigueur moyenne, c'est souvent la totalité des yeux qui est détruite (fig. 8D). Il y a soit dessication des yeux avec formation de chancres en médaille, soit altération plus profonde du bois de l'année avec plissement et décollement de lambeaux d'épiderme laissant apparaître les tissus sous-jacents très fortement noircis.

La contamination du parasite dans les tissus subcorticaux semble être assez rapide et le champignon s'étend en particulier vers le bas, amenant la dessication de la branche de charpente et des coursonnes qu'elle porte quand la nécrose a atteint toute la périphérie de l'écorce. Si la branche n'est pas envahie sur tout son pourtour, elle peut porter des fruits qui risquent d'être contaminés par cheminement du champignon à travers le pédicelle; il produit alors la pourriture très caractéristique sur fruits.

d. *Description du parasite.*

Forme imparfaite. — Sur rameaux, le champignon forme d'abord des pycnides. En coupe, ces fructifications ont la forme de stromas sous-épidermiques, un peu aplatis et creusés de loges irrégulières (fausses pycnides) figure 9C. Ces loges sont tapissées de conidiophores légèrement renflés à la base et mesurant de 15 à 20 μ de long et 2 à 3 μ de diamètre. Les conidiophores portent des spores subglobuleuses de $10\text{-}12 \times 8\ \mu$ parfois légèrement apiculées contenant le plus souvent un gros globule (fig. 9 D).

Ces conidies sont assez caractéristiques et rappellent celles qui ont été décrites pour certains autres discomycètes, par exemple le *Dothichiza populnea*, forme pycnide du *Cenangium populneum.*

Divers auteurs ont signalé des microconidies de $5 \times 2\ \mu$ que nous n'avons jamais observées, ni sur les échantillons examinés, ni dans les cultures pures effectuées soit à partir de fruits, soit à partir de rameaux.

Wollenweber 1937 a constaté la présence dans ses cultures d'une forme conidienne

assez fugace avec des spores cylindriques de 6-8 × 1.9 μ, rarement uniseptées. Nous n'avons pas observé ces conidies dans nos cultures.



Fig. 8. Rameaux de Poirier, var. Duchesse d'Angoulême, altérés par les froids au début de l'hiver (gr. nat.).

Forme parfaite. — Sur rameaux, on peut observer la forme ascosporée. Elle se présente sous forme de petites apothécies noir violacé qui font éclater l'épiderme et rappellent les autres genres du groupe des Phacidiacées (fig. 9A). Le contour en est formé par les débris

laciniés de l'épiderme du rameau. Sur un stroma assez mince sont portés des asques hyalins, cylindriques, octosporés, mesurant dans nos échantillons $140\text{-}160 \times 12\text{-}16\ \mu$ (fig. 9B).

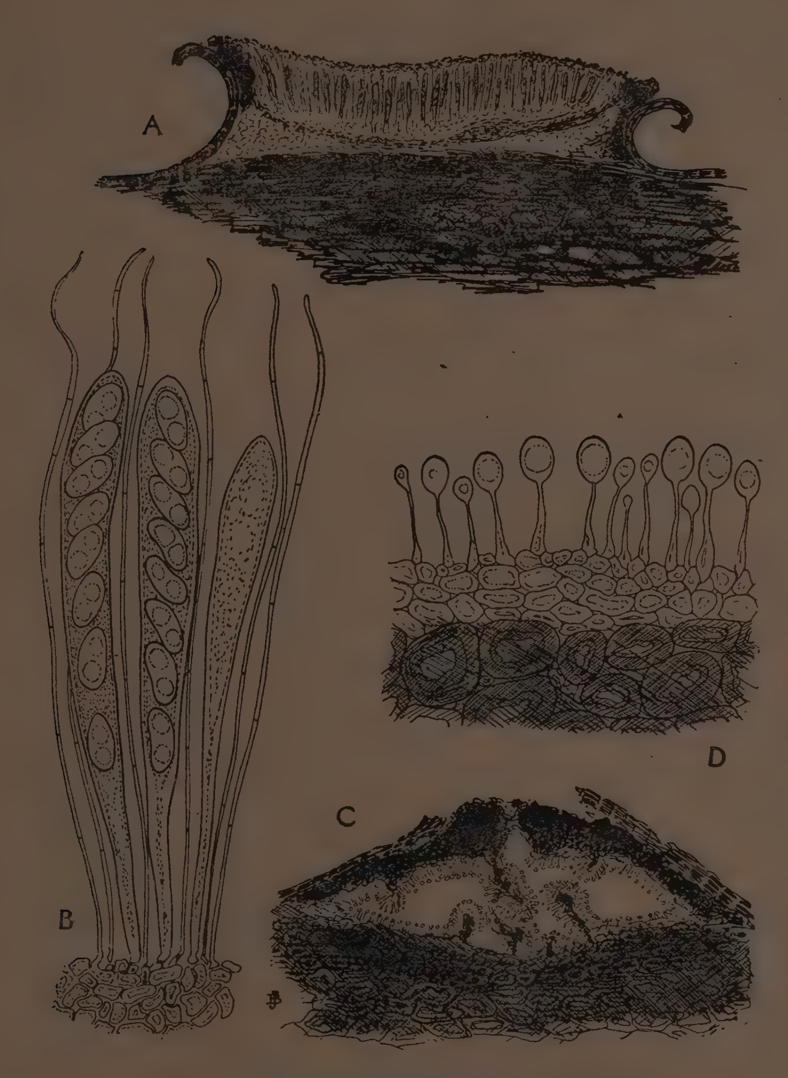


Fig. 9. — *Phacidiella discolor* (Mout. et Sacc.) Poteb.
A. Coupe transversale d'une apothécie (gr. 35). B. Asques et ascopores (gr. 500). C. Coupe d'une pycnide (gr. 35) ; D. Stérigmates et spores de la forme pycnide (gr. 750).

Les spores sont unisériées, ovales ou elliptiques, un peu dissymétriques et parfois légèrement réniformes, hyalines, biguttulées, et mesurent $20\text{-}22 \times 9\text{-}10\ \mu$. Les asques sont entremêlés de paraphyses filiformes, cloisonnées, dont le sommet est fortement pigmenté en violet, ce qui donne à l'ensemble de l'apothécie sa couleur noir-violacé.

Nous avons résumé antérieurement les diverses opinions émises sur la systématique de cette espèce et sur sa synonymie avec le *Pyrenochaete furfuracea* Rostr. (Barthelet 1933).

Ce champignon se cultive facilement sur milieux synthétiques. Les cultures ont une teinte vert olive, avec un mycélium assez peu développé. Elles donnent rapidement des pycnides sporifères qui, dans ces conditions artificielles de développement, présentent de nombreuses anomalies de forme. En culture, les spores germent rapidement et donnent des formes bourgeonnantes.

Nous avons effectué ces isolements soit à partir de fruits, soit à partir de rameaux parasités.

Des infections artificielles réussissent facilement sur fruits. Nous en avons obtenu au bout de six à huit jours, à la température de 15° environ, sur pomme Calville et sur Poires Doyenne d'hiver.

Nous n'avons pu réussir les inoculations sur rameaux.

e. *Moyens de lutte.*

La lutte contre ce parasite se résume donc en une suppression méthodique des parties malades qui doivent être soigneusement brûlées. Le plus grand soin doit être apporté au moment de la taille, pour éliminer complètement les tissus altérés et les chancres. Il est préférable d'enlever entièrement une branche de charpente et de la reconstituer à partir d'une nouvelle tige issue du tronc que de laisser sur l'arbre un foyer de contamination permanent. Cette opération doit être suivie d'un traitement des grosses plaies de taille par une solution cuprique antiseptique.

Des traitements d'hiver sont à conseiller dans les vergers contaminés.

III. *Diaporthe sp.*

Ce champignon a été isolé de pommes provenant du Val de Loire.

Les fruits attaqués présentaient des taches arrondies, de couleur brun rougeâtre réparties sur toute la surface de l'épiderme. Elles mesuraient 6 à 8 millimètres de diamètre et présentaient à leur centre un point plus foncé de 2 à 3 millimètres de diamètre. Cet aspect n'a rien de très caractéristique, et plusieurs champignons produisent des altérations semblables. C'est le cas de toute une série d'organismes qui, dans certaines conditions de conservation des fruits, semblent pénétrer par les lenticelles, la zone infectée se développant à partir de ce point central.

Ces altérations se confondent aussi avec les formes superficielles du «liège» des pommes. Seule l'absence de lésions internes peut permettre d'avoir quelque doute sur cette identification sommaire.

Isolé en culture pure, le champignon nous a donné d'abord une forme pycnide à petites spores. Ces spores mesurèrent de 7 à 9 μ de long sur 2,5 à 3,5 μ de large.

Plus tard, sur cultures âgées, qui avaient été faites sur gélose à la farine d'avoine, nous avons obtenu des formes parfaites que nous figurons ici (fig. 10). Il s'est développé d'abord des stromas massifs de 2,5 à 3 millimètres de diamètre, de consistance assez dure, qui ont évolué ensuite en périthèces à cols allongés. Ces périthèces profondément immergés dans le stroma, mesuraient 500 à 600 μ de diamètre avec des cols de 1.250 à 1.400 μ de longueur (fig. 10 A). Dans les périthèces se sont différenciés des asques nombreux mesurant $50\text{-}60 \times 5\text{-}6\ \mu$ (fig. 10 B), contenant 8 ascospores bisériées. C'étaient

des spores bicellulaires oblongues, obtuses et atténuées à leurs extrémités, rétrécies au niveau de la cloison médiane. Chaque cellule contenait deux guttules. Ces spores mesuraient en moyenne 12-13 × 3 μ (fig. 10C).

Cette espèce peut rappeler le *Diaporthe perniciosa* décrit par Marchal en Belgique, mais elle en diffère par un stroma plus massif et des périthèces un peu plus grands. Les ascospores sont aussi plus nettement fusiformes et diffèrent sensiblement de celles qui ont été dessinées par cet auteur dans son ouvrage sur les champignons fructicoles de Belgique. La forme pycnide, d'autre part, n'a jamais présenté les spores filiformes du type B qui semblent assez constante chez *D. perniciosa*.

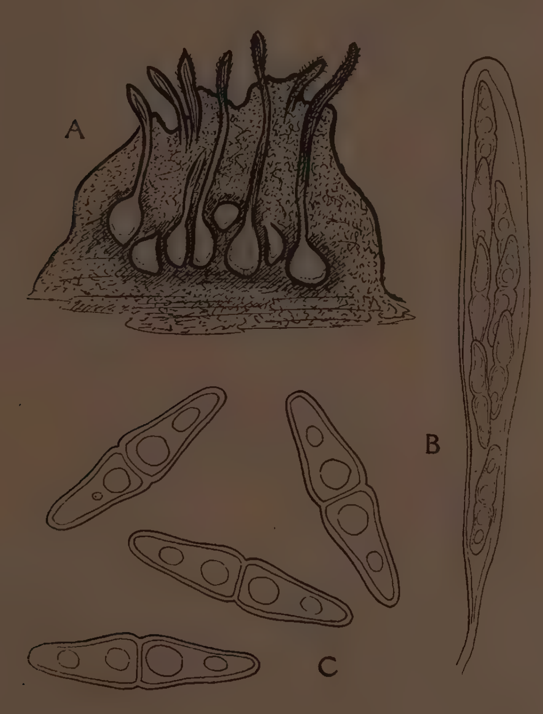


Fig. 10. — *Diaporthe sp.*
A. Coupe d'une fructification obtenue en culture pure (gr. 25); B. Asque (gr. 500);
C. Ascopores (gr. 1.000).

IV. *Phomopsis Mali* Rob.

De nombreux champignons appartenant aux genres *Phoma*, *Phomopsis*, *Fusiccoccum*, etc., ont été décrits sur les fruits des arbres à pépins. Leur identification est toujours assez difficile à cause de l'aspect assez variable des fructifications et de la forme peu caractéristique des spores. D'autre part, les descriptions sont souvent imprécises et peu de figures représentent les dégâts sur fruits.

Sur poires adressées à la Station Centrale de Pathologie végétale en septembre 1935,

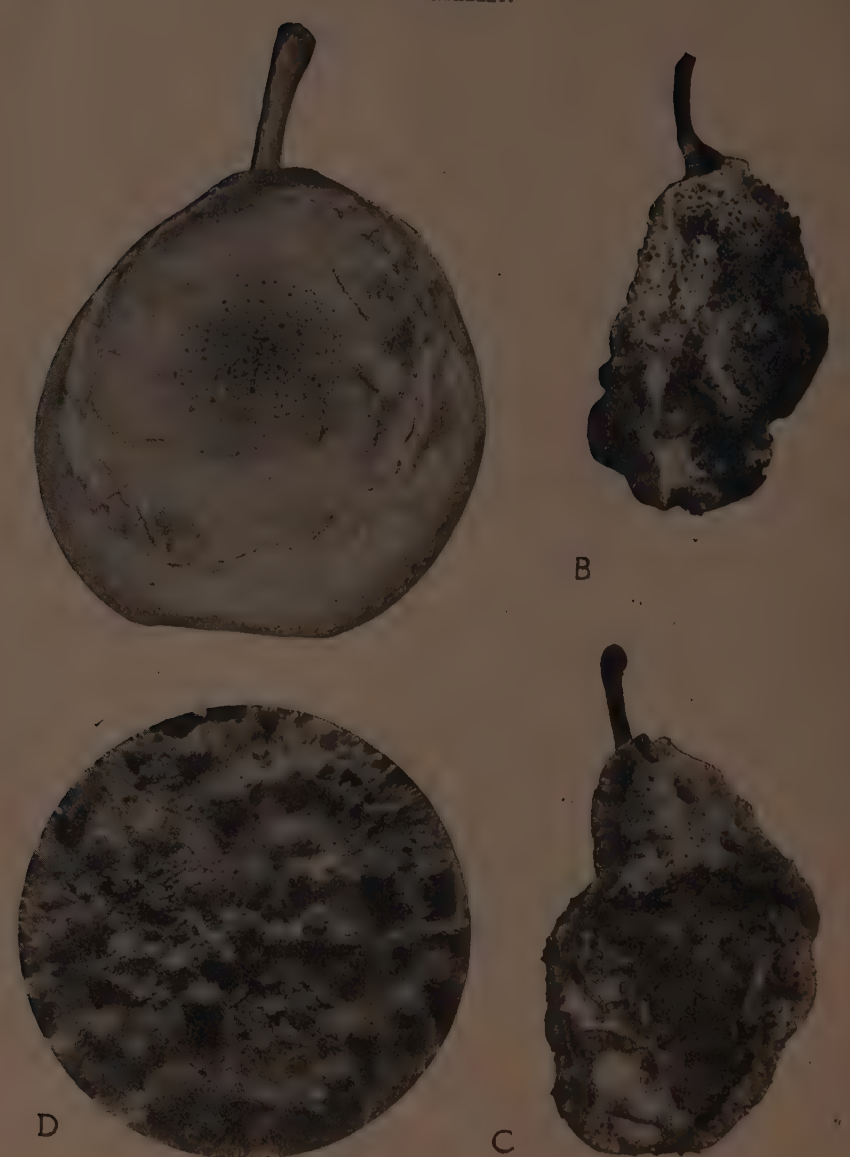


Fig. 11. — *Phomopsis Mali* Rob. sur poires.
A. Fruit attaqué par ce parasite ; B et C. Fruits infectés artificiellement et momifiés sous l'action du champignon.

nous avons observé les symptômes suivants : une large zone déprimée couvrant environ un tiers du fruit était formée de tissus brun clair, de consistance assez ferme atteignant en profondeur le péricarpe. L'épiderme ne présentait qu'une légère décoloration.

Au centre de cette zone, on pouvait voir de nombreuses fructifications punctiformes de 1/2 à 1 millimètre de diamètre apparaissant en relief à la surface de l'épiderme du fruit

(fig. 11A). A la loupe, on pouvait distinguer plus nettement ces fructifications au milieu d'un fin réseau cotonneux de mycélium (fig. 11 D).

Des cultures pures ont pu être réalisées facilement à partir de poires contaminées et nous ont donné les fructifications caractéristiques du champignon.

A partir de ces cultures, des inoculations ont pu être effectuées et l'altération a évolué rapidement à la température du laboratoire; ces fruits étant placés sous cloche, dans un milieu à humidité saturante, un mycélium aérien assez abondant s'est développé à leur surface (fig. 11B et C). Au milieu de ce feutrage se sont formées d'abondantes pycnides.

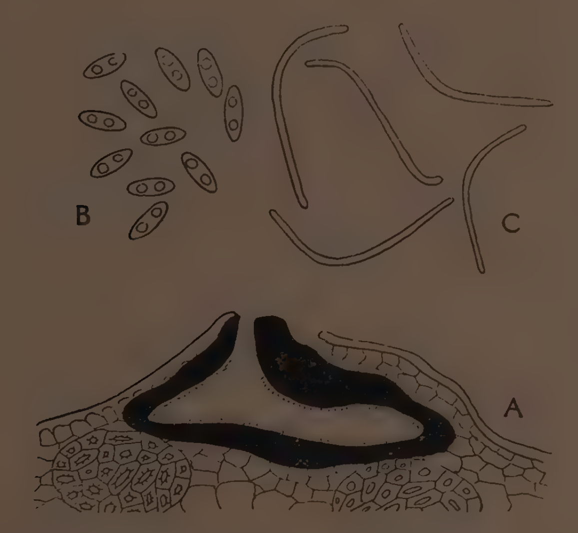


Fig. 12. — *Phomopsis Mali* Rob. sur poires.
A. Coupe d'une fructification (gr. 50); B. Spores du type A (gr. 1.000.); C. Spores du type B (gr. 1.000).

Sur des fruits préalablement sectionnés, la chair a pris une teinte noirâtre sur laquelle se détachaient très nettement des fructifications de teinte claire.

En coupe, sur poires infectées naturellement, les pycnides se présentaient comme des stromas assez épais de 7 à 800 μ de diamètre et 4 à 500 μ d'épaisseur, creusés de loges aplaties (fig. 12 A). L'intérieur de ces loges était tapissé de courts stérigmates portant des spores de deux types caractéristiques du genre *Phomopsis :* des spores du type A, ovoïdes mesurant en moyenne $8 \times 2{,}5\ \mu$, biguttulées (fig. 12 B) et des spores du type B filamenteuses, incurvées au tiers de leur longueur mesurant $28\text{-}30 \times 1\ \mu$ (fig. 12 C).

L'identification de ce champignon est difficile en l'absence de formes parfaites que nous n'avons jamais pu obtenir dans nos cultures pures. On peut sous réserves le considérer comme se rapportant au *Phomopsis Mali* Rob. décrit aux États-Unis et que divers auteurs ont placé en synonymie du *Fusicoccum Mali* Oud., forme parfaite du *Diaporthe perniciosa.* Nous n'avons jamais observé de fructifications pluriloculaires du type *Fusicoccum,* mais ces champignons sont assez variables et peut-être cet aspect ne se rencontre-t-il que dans les altérations sur rameaux. Les dimensions des spores des deux types A et B correspondent à celles du *Phomopsis Mali*, mais elles ne sont pas très caractéristiques, beaucoup de Phomopsis ayant des spores du même ordre de grandeur.

Conclusions.

Les quelques observations rapportées ci-dessus montrent combien il est difficile sur simple examen macroscopique de préciser la cause d'altérations aussi banales que des chancres d'arbres fruitiers ou des pourritures de fruits. Nous pensons pouvoir ultérieurement décrire une nouvelle série de ces innombrables champignons que l'on isole à chaque instant dans les vergers.

Quant aux moyens de lutte, on n'a guère à en prévoir d'autres que ceux habituellement conseillés contre les parasites graves : tavelures, chancres. L'application régulière des traitements cupriques de printemps doit suffire à éliminer les parasites, s'ils ont été effectués dès la plantation de nouveaux vergers. Sur des arbres âgés qui ont été longtemps négligés, la lutte sera plus difficile parce qu'il sera souvent impossible d'ôter la totalité des rameaux infectés. Des traitements d'hiver énergiques ont alors leur raison d'être. Sur des arbres soumis à une taille régulière, un soin particulier doit être apporté à l'élimination des parties malades. Enfin, il semble, pour les fruits à maturité tardive, destinés à être conservés longtemps au fruitier, qu'un traitement cuprique soit indispensable peu avant la récolte pour détruire les germes qui trouveraient ultérieurement des conditions de développement favorables. Ces traitements qui ont été conseillés par divers auteurs, en particulier par le Professeur Faes de Lausanne, contre les attaques tardives de Tavelure, sont aussi valables contre toute une série d'autres organismes qui jouent un rôle souvent très important dans les accidents de conservation.

BIBLIOGRAPHIE.

I. *Coryneum foliicolum.*

Lewis (C. E.). — 1910. Apple disease caused by *Coryneum foliicolum* and *Phoma mali* (*Maine Agr. Exp. St. — Bull.* 170, p. 185-200.)

Brooks (Ch.) and de Meritt (M.). — 1912. — Apple leaf spot (*Phytopathology* II, p. 181-190, pl. XII).

Heald (F. D.). — Notes on new or little known plant diseases in North America for the year 1910. (*Phytopathology* II, p. 5.)

Horn (A. S.). — 1920. Diagnoses of fungi of the spotting of apples. (*Journ. of. Bot.*, LVIII, p. 238.)

Jorstad (I.). — 1928. Beretning om plantesykdommer i land og hagebruket. V. Hagebrukets nuttevekster. *Report on plant diseases in agriculture and horticulture. V. Economic horticultural plants.* Oslo Grondahl et Sons Boktrykkeri, 68 p.

Dearness (J.). — 1928. New and noteworthy fungi V. (*Mycologia*, XX, 4 p. 235-246.)

Heald (F. D.). — 1930. Division of plant pathology. Forthieth Ann. Rep. Washington Agric. Exp. Stat. for the fiscal year ended. June 30 1930 (*Bull.* 245, p. 47-50.)

Davis (W. H.). — 1931. Corynose twig blight of the American Bladder Nut. Staphylea trifolia. (*Phytopath.*, XXI, 12 p. 1163-1171, 1 fig.)

Arnaud (G. et M.). — 1931. Traité de Pathologie végétale, Paris, p. 766-767.

Garbowski (L.) et Juraszkowna (Mme H.). — 1933. Choroby roslin uzythowych w okresie 1926-1930 Zestawienie notowan Zakladow Ochrony Roslin (Maladie des plantes cultivées de la période 1926 à 1930) *Rosznik Ochrony Roslin* (*Plant protection Yearbook*) Bydgoszcz Sect. A. I. p. 97-235).

Kiwilan (A.). — 1936. Champignon de la pourriture des fruits dans les conditions normales de conservation, en Esthonie. (*Phytopathological experiment. Station of the University of Tartu in Estonia* Bull. n° 39, 16 p., 6 pl.)

Jenkins (Anna E.). — 1937. Coryneum microstictum on Rose from Oregon. (*Mycologia,* XXIX, 6, p. 725-731.)

Barthelet (J.). — 1942. Recherches sur les propriétés fongicides de quelques composés organiques. (*Bull. Mus. Hist. nat. Marseille,* II, 2, p. 149-156.)

II. *Phacidiella discolor.*

Rostrup (E.). — 1902. Plantepatologi, p. 571.

Potebnia (A.). — 1912. Ein neuer Krebserreger des Apfelbaumes *Phacidiella discolor* (Mout et Sacc.) A. Poteb. seine Morphologie und Entwickelungs geschichte. (*Zeitsch. f. Pflanzenkrankheit,* XXII, p. 129-148, pl. I-III.)

Osterwalder (A.). — 1920. *Phacidiella discolor* (Mout. et Sacc.) Pot. abs. Faülniss pilz beim Kernobst (*Centralblatt f. Bakt.* zw. abt., LII, p. 373.)

Marchal (E. et E). — 1921. Contribution à l'étude des champignons fructicoles de Belgique. (*Bull. Soc. Bot. Belge,* LIV, nouvelle série, t. IV, p. 109.)

Gram (E.)and Thomsen (M.). — 1925. Weight over Sygdome hos Landbrugets og Havebrugets Kieltur planter i 1925. (*Tidsskr. for Planteav.,* XXX, I, p. 84-146, 6 fig. 1 map.)

Southee (E. A.) and Brooks (F. T.). — 1926. — Notes on a pycnidial fungus associated with a dying back of apple branches. (*Trans. Brit. Myc. Soc.* XI, p. 213, 7 fig.)

Brooks (F. T.). — 1928. Plant diseases, p. 153, fig. 28. On the occurence of *Phacidiella discolor* (Mout. et Sacc.) Pot. in England. (*Trans. Brit. Myc. Soc.,* XIII, p. 75-81, 2 pl.)

Jorstad (L.). — Beretning om plantesykdommer i land og hagebruket v. Hagebrukets nyttevekster. (*Rap. sur les maladies des Plantes en Agriculture et en Horticulture,* V. *Economic horticultural plants*).

Nattrass (R. M.). — The occurence of *Phacidiella discolor* (Pot). in the Bristol Province. (*Agr. and Hort. Research. Long Ashton Bristol Ann. Rep.* for 1927, p. 99-100, 1 pl.)

Arnaud (M. et G.). — 1931. Traité de Pathologie végétale (p. 855-856.)

Marchal (E.). — Recherches et observations effectuées à la Station de Phytopathologie de l'État pendant la période 1927-1931. (*Bull. de l'Institut agronomique et des Stations de Recherches de Gembloux,* I, 3, p. 170.)

Wollenweber (H. W.). — 1937. (Der Schwarze Rindenbrand der Quitte (Erreger : *Phacidiella discolor* (Mout et Sacc.) Potebnia (*Angew. Bot.* XIX, 2 p. 131-140, 2 fig.)

III. *Diaporthe sp.*

Marchal (E. et E.). — 1921. *Loc. cit.*

IV. *Phomopsis Mali.*

Roberts (J. W.). — 1912. A new fungus on the apple. (*Phytopathology* II, p. 263-264.)

CONTRIBUTION À L'ÉTUDE DE LA CONCENTRATION EN ACIDE CYANHYDRIQUE DE L'ATMOSPHÈRE AU COURS DES FUMIGATIONS SOUS BÂCHES

par G. Drouineau, Directeur, A. Guedon et G. Viel, Ingénieurs chimistes,

Station d'agronomie générale et de biochimie végétale d'Antibes.

I. Introduction.

Pour la destruction des dangereux parasites des arbres fruitiers que sont les cochenilles, on utilise depuis longtemps l'acide cyanhydrique gazeux que l'on fait dégager sous une bâche dont on a recouvert l'arbre à traiter.

Le dégagement du gaz peut être produit par la réaction de l'acide sulfurique sur les cyanures alcalins, par l'atomisation d'acide cyanhydrique liquide, ainsi que par la décomposition du cyanure de calcium en poudre au contact de l'humidité de l'air. Dans des produits plus récents l'acide cyanhydrique est fixé sur un corps inerte pulvérisé à l'intérieur de la bâche.

La production d'acide cyanhydrique gazeux par réaction de l'acide sulfurique sur le cyanure de sodium s'effectue dans un pot approprié, placé au centre de la tente. Cette technique est connue sous le nom de «méthode du pot», c'est la seule qui ait été industriellement employée jusqu'ici en France métropolitaine. Les boules de cyanure de sodium sont projetées dans une solution d'acide sulfurique. Celle-ci, qui a été préparée au moment de l'emploi dans le pot lui-même, se trouve de ce fait être encore chaude. Les doses de cyanure, d'acide et d'eau sont fonction du volume de la bâche ; elles sont données par des tables qui ont été établies empiriquement.

L'utilisation de l'acide cyanhydrique pour la désinfection des arbres fruitiers sur pied semble devoir connaître un essor particulier en France en raison de la récente invasion du Pou de San José (*Aspidiotus perniciosus Comst.*).

Les résultats des premiers traitements réalisés sur une grande échelle, dans le Sud-Est de la France, ont été encourageants, mais les irrégularités qui se sont manifestées ont entraîné, en 1941, et à un moment où, par suite des difficultés présentes nous ne

disposions pas de données bibliographiques suffisantes, une reprise des études systématiques des fumigations dans les conditions climatiques locales.

Nous n'aborderons que le côté chimique du problème des fumigations cyanhydriques, par la méthode du pot, problème essentiellement résumé par les questions ci-dessous :

1° On doit être assuré d'avoir en tous points de la bâche, et pendant un temps suffisant, une concentration au moins égale à celle qui est considérée comme mortelle par les entomologistes pour une température déterminée. Il est donc nécessaire, connaissant la concentration en un point moyen, d'être renseigné sur la répartition du gaz dans l'espace limité par la bâche, ainsi que sur la variation du titre au cours du temps;

2° Il convient de savoir, si pour des mêmes doses de cyanure, d'eau et d'acide, la concentration est notablement dépendante de la température à laquelle se fait le traitement, ce qui doit permettre le cas échéant, de modifier les doses en conséquence. On peut noter également l'influence possible de différences de température entre le bas et le haut de la bâche (traitements de nuit et de jour), ainsi que des différences de température entre l'intérieur et l'extérieur;

3° Il peut arriver que par suite d'erreurs de manipulation ou des conditions de traitement, sol verglassé par exemple, le cyanure soit projeté dans une solution sulfurique plus ou moins refroidie; il est donc utile de connaître l'influence de la température de l'acide sur la concentration du gaz;

4° Suivant les conditions atmosphériques les fumigateurs modifient le rapport eau/acide, de façon d'ailleurs très subjective. Il est intéressant d'examiner dans quelle mesure cette pratique modifie le titre en acide cyanhydrique;

5° Pour assurer une mortalité totale de certains insectes, et en particulier du Pou de San José, on a proposé d'augmenter les doses usitées ordinairement dans le traitement des parasites des Citrus. Il convient donc d'examiner l'augmentation de la concentration de l'atmosphère en fonction de l'augmentation de la dose de cyanure;

6° Il est très possible que l'état hygrométrique ait une influence sur le titre en acide cyanhydrique et sur la forme du panache gazeux à la sortie du pot de réaction. A l'heure actuelle nous n'avons pu encore rassembler des données suffisantes pour éclaircir ce point de façon satisfaisante et nous admettons que dans les conditions expérimentales dans lesquelles nous avons travaillé, l'état hygrométrique toujours voisin de la saturation n'a pas entraîné de modification sensible de la concentration au cours des essais.

On voit donc que l'ensemble du problème ainsi présenté est fort complexe et nous n'avons pu considérer dans cette étude qu'une partie des variables envisagées.

L'emploi des fumigations cyanhydriques dans la lutte contre les insectes nuisibles aux citrus remonte déjà à plus d'un demi-siècle. Des États-Unis où elle a pris une extension considérable, cette pratique a gagné l'Égypte, l'Espagne, l'Afrique du Sud et celle du Nord, l'Australie, le Japon et l'Italie. Il est assez surprenant de constater que malgré ce développement il faut arriver à ces dernières années pour relever la publication de travaux systématiques sur le dosage de l'acide cyanhydrique dans l'atmosphère des bâches. En 1923, Woglum [1] dans une publication où il rassemble toutes les connaissances qu'il a acquises au cours de sa longue expérience, donne des tables de doses mais ne signale pas qu'une étude de ce genre ait été entreprise. Les remarques qu'il fait sur l'influence des facteurs météorologiques se rapportent aux lésions qui peuvent être occasionnées aux végétaux.

H. Knight [2] a établi des courbes de concentrations sous bâches dans le cas d'utilisation d'acide cyanhydrique liquide; B. J. Smith et I. J. Naude [3] se sont occupés du même problème dans des constructions en briques, l'acide étant dégagé par divers procédés. Ce n'est qu'en 1937 que A. J. Smith [4] publie le résultat d'analyses des concentrations d'acide cyanhydrique sous bâche, pour différents points et au cours du temps, la production du gaz étant réalisée par les différentes méthodes en usage.

Enfin, nous citerons les publications de G. P. Gray et A. F. Kickpatrick [5] et W. Moore [6] qui ont quelque rapport avec ces questions.

II. Matériel et méthodes.

Les analyses que nous donnons plus loin se rapportent à des fumigations faites dans des conditions expérimentales que nous allons préciser. Nous complétons ces données par les résultats d'analyse de prélèvements sur chantier effectués pendant la campagne de fumigations de 1940-1941.

Bâches. — Les bâches employées, tant au laboratoire que dans les traitements pratiques de 1940-1941, étaient semblables à celles couramment utilisées en Algérie pour les fumigations d'orangers. Dans les conditions expérimentales du laboratoire la bâche recouvrait un bâti (fig. 1) dont les dimensions sont telles que le volume délimité de cette façon correspond au volume le plus fréquemment déterminé dans le bâchage des pêchers de la région du Sud-Est méditerranéen. Sa forme géométrique simple permet de calculer le volume avec une exactitude suffisante. Il est de 11 m³ 2.

Dans la pratique, la dose est déterminée par la connaissance du périmètre mesuré à 1 mètre du sol et de l'arc de la bâche. Périmètre : 8 mètres, arc : 7 mètres.

Le volume peut se calculer en fonction de ces deux dimensions par application de la formule de Woglum :

$$V = \frac{P^2}{4\pi}\left(\frac{A}{2} - \frac{P(3\pi - 4)}{12\pi}\right)$$

On trouve 11 m³ 80.

Production de l'acide cyanhydrique. — Le poids de cyanure à employer est déterminé sur la table de doses. C'est une table à double entrée où sont indiqués les poids de cyanure de sodium pour chaque dimension de périmètre et d'arc. Si on calcule les volumes correspondant aux dimensions indiquées sur la table, on constate que les quantités de cyanure à employer ne varient pas linéairement en fonction de ces volumes. Dans le cas de nos essais il est de 110 grammes. Le volume d'acide sulfurique et d'eau est donné par la formule, 1 de cyanure, 1 d'acide, 3 d'eau.

L'acide utilisé est l'acide sulfurique 66° B.

Le cyanure de sodium se présente en boules ovoïdes que, dans les applications pratiques, on admet peser 10 grammes mais qui sont en réalité plus lourdes, le cyanure étant à 94 p. 100 de pureté.

Dans un pot en grès on introduit l'eau, puis l'acide. Le pot étant en place on y fait tomber les boules de cyanure. Le dégagement est rapide. Dans la pratique l'ouvrier entre sous la bâche, il sort rapidement après l'addition de cyanure. Au laboratoire, nous avons utilisé une pelle à long manche ce qui permet d'avoir une fermeture plus rapide de la bâche et évite des perturbations dans les premières secondes.

La concentration en acide cyanhydrique que l'on obtiendrait pour une répartition homogène et sans détitrage est de 5,10 gr. au mètre cube.

Prélèvements. — Les prélèvements de l'atmosphère cyanhydrique sont effectués en utilisant des ballons de capacité connue (5 litres à 5 l. 5) dans lesquels on a fait un vide de l'ordre du millimètre de mercure. Avec une bonne fermeture on n'a pas de rentrée d'air. En général, il n y a donc pas lieu de faire de corrections d'espace non vide. Quand on a eu des doutes sur l'étanchéité, ou que l'on n'a pu atteindre un vide suffisant, on a mesuré la pression immédiatement avant le prélèvement et calculé le volume d'air prélevé par la formule :

$$V = \frac{B \times h}{H}$$

h, la hauteur du mercure lue au manomètre;
H, la pression extérieure;
V, le volume prélevé;
B, le volume du ballon.

Le ballon vide est raccordé avec des tubes plongeant dans la bâche à une hauteur et profondeur désirées, et maintenus en place par un dispositif convenable; il est supporté par un échafaudage léger. A l'instant du dosage, on ouvre le robinet fermant le ballon. En trois ou quatre secondes l'air cyanhydrique remplit le ballon. On attend encore quelques secondes, on ferme le robinet et on débranche. Par cette méthode on a un prélèvement quasi instantané.

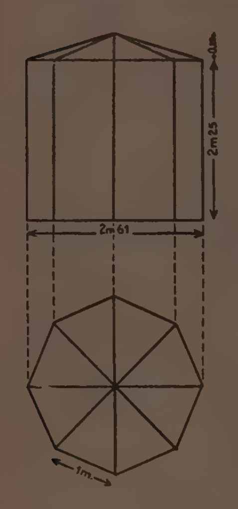


Fig. 1.

Facteurs météorologiques. — On relève les températures intérieures et extérieures. Les états hygrométriques sont mesurés avec des hygromètres enregistreurs. On note soigneusement d'autres facteurs météorologiques susceptibles d'avoir une influence : nébulosité, soleil, vent, etc.

Dosages. — On introduit dans le ballon 50 centimètres cubes de soude N/10. On agite et on prélève une partie aliquote sur laquelle on dose les cyanures. Des solutions de cyanure en flacons fermés conservent leur titre plusieurs jours, il n'est donc pas indispensable de faire le dosage immédiatement, et, dans le cas des expériences sur chantier, on introduit immédiatement la soude dans les ballons et les analyses sont faites le lendemain au laboratoire.

Nous avons effectué les dosages soit par transformation en sulfocyanure ferrique et colorimétrie, soit par titrage volumétrique avec une solution d'iode.

Méthode colorimétrique. — On mesure un volume de solution alcaline tel qu'il renferme moins de 1 milligramme de CNH. Cette solution additionnée de 4 à 10 gouttes de sulfure d'ammonium jaune est chauffée une demi-heure au bain-marie bouillant. Après ce temps, on acidule avec HCl à 5 p. 100, on complète à 10 centimètres cubes avec de l'eau et on ajoute 10 gouttes de solution de Cl^3Fe à 30° B. On filtre, et après s'être assuré qu'il n'y a pas un louche de soufre colloïdal, on compare la coloration avec celle d'une solution de sulfocyanure ferrique de concentration connue et d'intensité voisine.

Méthode volumétrique. — Suivant la teneur en CNH, 2, 5, 10 centimètres cubes ou plus de solution alcaline sont introduits dans une fiole conique, acidulés avec précaution (virage d'un papier tournesol) au moyen de SO^4H^2 N/, puis neutralisés par une pincée de bicarbonate. Après addition d'empois d'amidon, on titre avec une solution d'iode N/100, jusqu'à coloration bleue nette et persistante. 1 cc. Iode N/100 = 0,135 mg. de CNH.

La méthode volumétrique permet de doser avec une précision supérieure à 3 p. 100 0,400 milligramme de CNH, c'est-à-dire qu'en effectuant le titrage sur 40 centimètres cubes de solution alcaline on peut déterminer avec cette précision le titre d'une atmosphère à 0,1 gramme de CNH au mètre cube. La colorimétrie permet d'abaisser cette limite et on peut doser 20 à 30 γ de CNH dans 10 centimètres cubes soit environ 0 gr. 03 au mètre cube, la précision obtenue étant de 5 à 10 p. 100.

III. Résultats expérimentaux.

Répartition de l'acide cyanhydrique dans l'espace. Variation de la concentration dans le temps. Influence de la température. — Ces différents problèmes ont été abordés simultanément. Les fumigations ont été faites à différentes températures suivant les conditions atmosphériques du jour et de l'heure et suivant l'époque de l'année où le travail a été fait. Le pot à réaction est placé à une vingtaine de centimètres de l'axe. Les prélèvements, dans un plan diamétral normal au plan axe-pot, sont convenablement échelonnés dans le temps et répartis dans l'espace. Ils sont faits à 50 centimètres au moins du pot pour éviter d'être dans la colonne de dégagement. Définis par rapport au sol et à l'extérieur, les points de prélèvement sont :

1° Bas..........	Hauteur : 0 m. 30......	Profondeur : 0 m. 80.
2° Milieu.	Hauteur : 1 m. 50......	Profondeur : 0 m. 80 et 0 m. 30.
3° Haut	Hauteur : 2 m.	Profondeur : 0 m. 80.

En admettant une symétrie axiale on peut considérer avoir exploré suffisamment tout l'espace pour se rendre compte de la répartition du gaz, particulièrement dans la région occupée par les branches de l'arbre.

On trouvera dans le tableau I les résultats de nos mesures.

A partir des valeurs obtenues on peut construire des courbes isothermes représentant la variation de la concentration en fonction du temps et pour différents points de l'espace recouvert par la bâche. A chaque température les courbes ainsi obtenues sont assez voisines, les différences observées entre deux expériences s'expliquent par l'inconstance de facteurs difficilement appréciables tels que l'humidité du sol, de la bâche, des différences passagères de température entraînant des mouvements de gaz, etc. Quoi qu'il en soit, dans ces faisceaux de courbes il nous est possible d'en choisir donnant la représentation moyenne de cette variation (fig. 2).

Dans les premières minutes l'acide cyanhydrique se dégage et se répand dans le tiers supérieur de la bâche où la concentration croît très rapidement pour atteindre un maximum puis, le gaz se dispersant, elle décroît. C'est pendant ces premières minutes que les différences d'une expérience à l'autre sont les plus notables. Après 8 à 10 minutes, la diminution de la concentration occasionnée par la diffusion à travers la bâche et les absorptions par le sol et les végétaux est beaucoup plus lente. C'est de 0 à 10 minutes

que l'hétérogénéité de la concentration est la plus marquée pour l'ensemble de la bâche. Le plus souvent il y a assez peu de différences dans le tiers supérieur (fig. 3 et 4). Nous avons trouvé dans certains cas une concentration initiale plus forte au toit

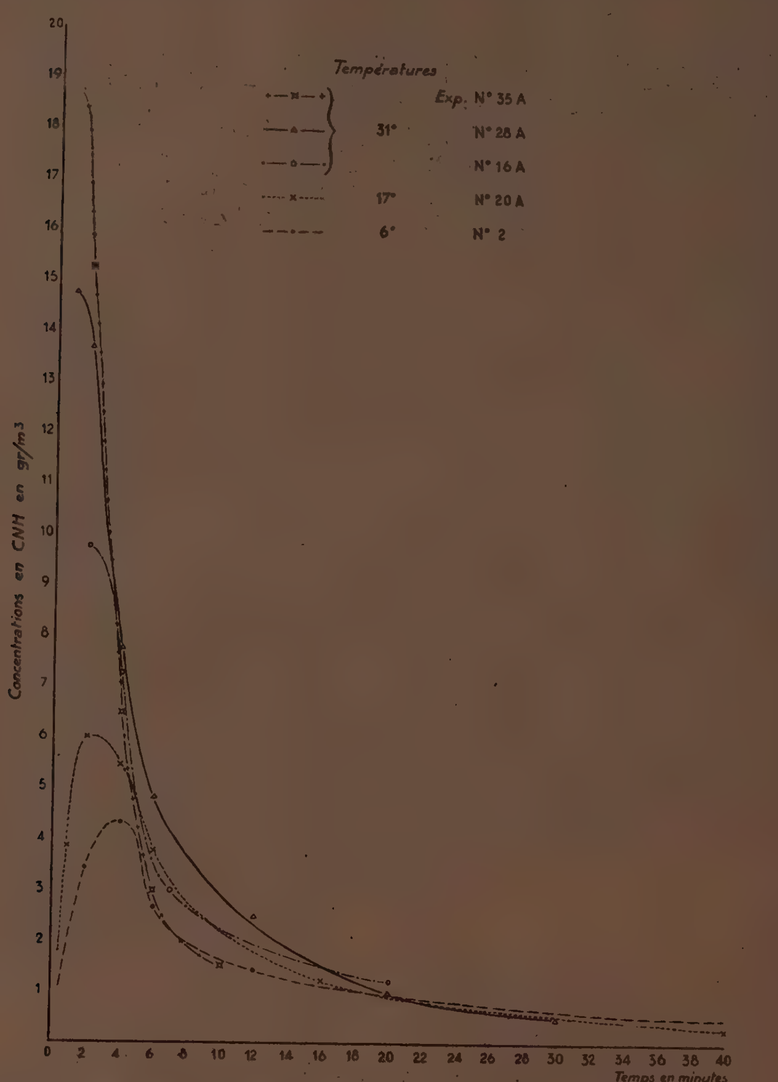


Fig. 2. — Concentration de l'acide cyanhydrique dans une bâche à différentes températures.

s'expliquant par un départ du gaz vers les parties élevées et ensuite diffusion vers le sol. Dans d'autres cas, la concentration au toit est inférieure à celle du centre. Smith (4) a fait de semblables observations qu'il attribue aux traitements de jour ou de nuit. Nos expériences ayant été faites de jour, cette différence de comportement doit recevoir d'autres justifications. Généralement après 10 minutes la concentration est à peu près

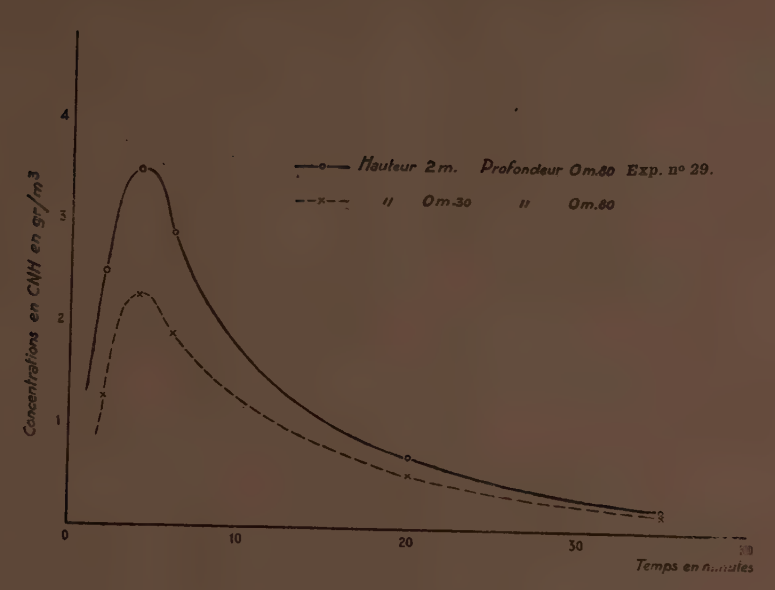


Fig. 3. — Répartition de l'acide cyanhydrique dans une bâche à 10°.

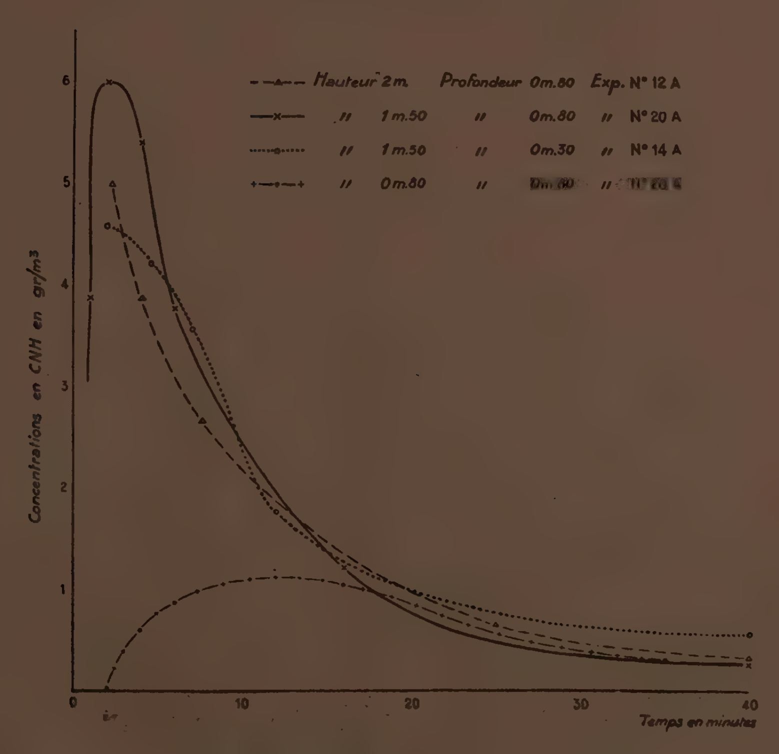


Fig. 4. — Répartition de l'acide cyanhydrique dans une bâche à 17°.

homogène dans la moitié supérieure, un peu plus forte au centre et plus faible dans les parties basses.

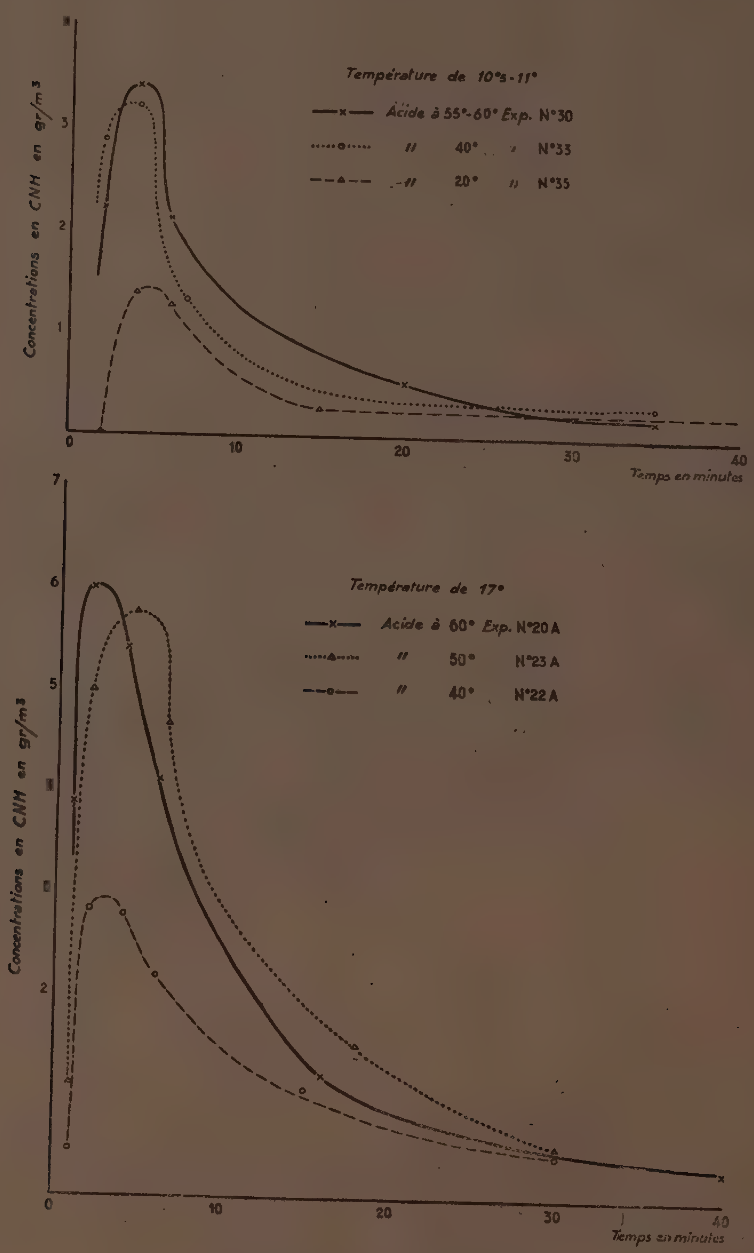


Fig. 5. — Influence de la température de l'acide sur la concentration en acide cyanhydrique.

Lorsque la température intérieure augmente le dégagement est plus rapide, le maximum plus vite atteint est plus élevé. L'hétérogénéité dans les premières minutes est

plus accusée, mais, dans l'ensemble, les concentrations observées sont du même ordre (fig. 2).

Influence de la température de l'acide. — La température a été prise au moment de l'addition du cyanure. La température du mélange exécuté avec des solutions d'eau et d'acide à 10-15° monte à 55-60°, on l'utilise tel que ou on le laisse refroidir au degré voulu.

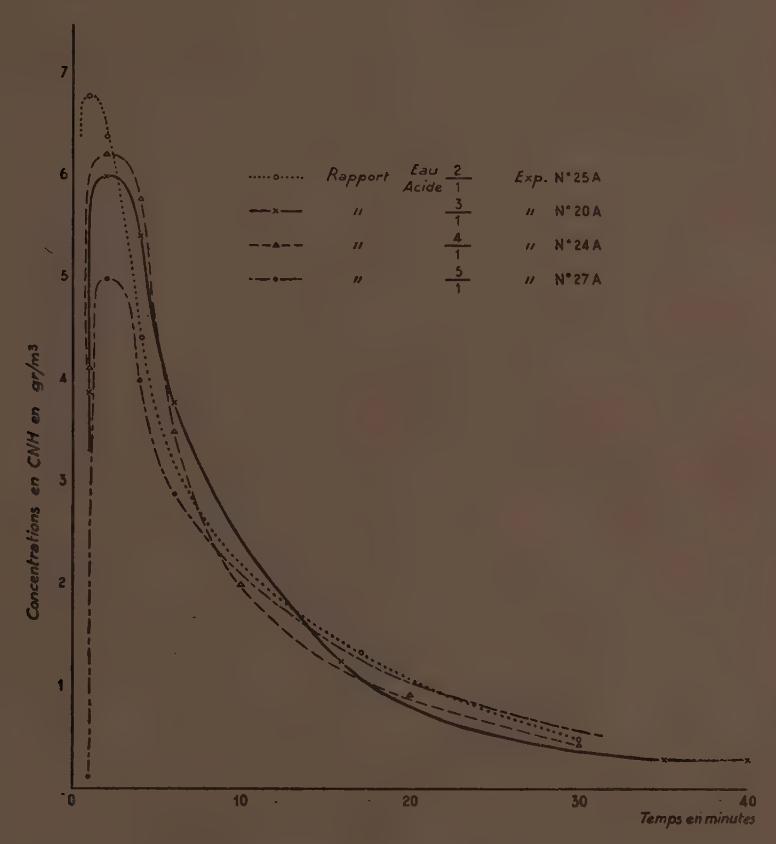


FIG. 6. — Influence de la variation des proportions relatives de l'eaa et de l'acide.

Les résultats pour deux températures de traitement et diverses températures de l'acide sont rassemblés dans le tableau 2 et dans la figure 5. La concentration de l'atmosphère de la bâche en acide cyanhydrique diminue lorsque la température de l'acide dilué décroît. Mais cette perturbation ne prend vraiment de l'importance que lorsque la solution se refroidit au-dessous de 40°.

Influence des proportions relatives d'eau et d'acide sulfurique. — Le rapport eau/acide variant dans d'assez larges limites ne produit pas de modification très notable du titre en CNH (tabl. 3 et fig. 6).

Variations des doses de cyanure. — Les résultats rassemblés dans le tableau 4 et la figure 7 ont été obtenus en utilisant une table de doses proposées par M. Nepveu (7). Les concentrations en acide cyanhydrique n'augmentent pas dans le rapport des doses de cyanure

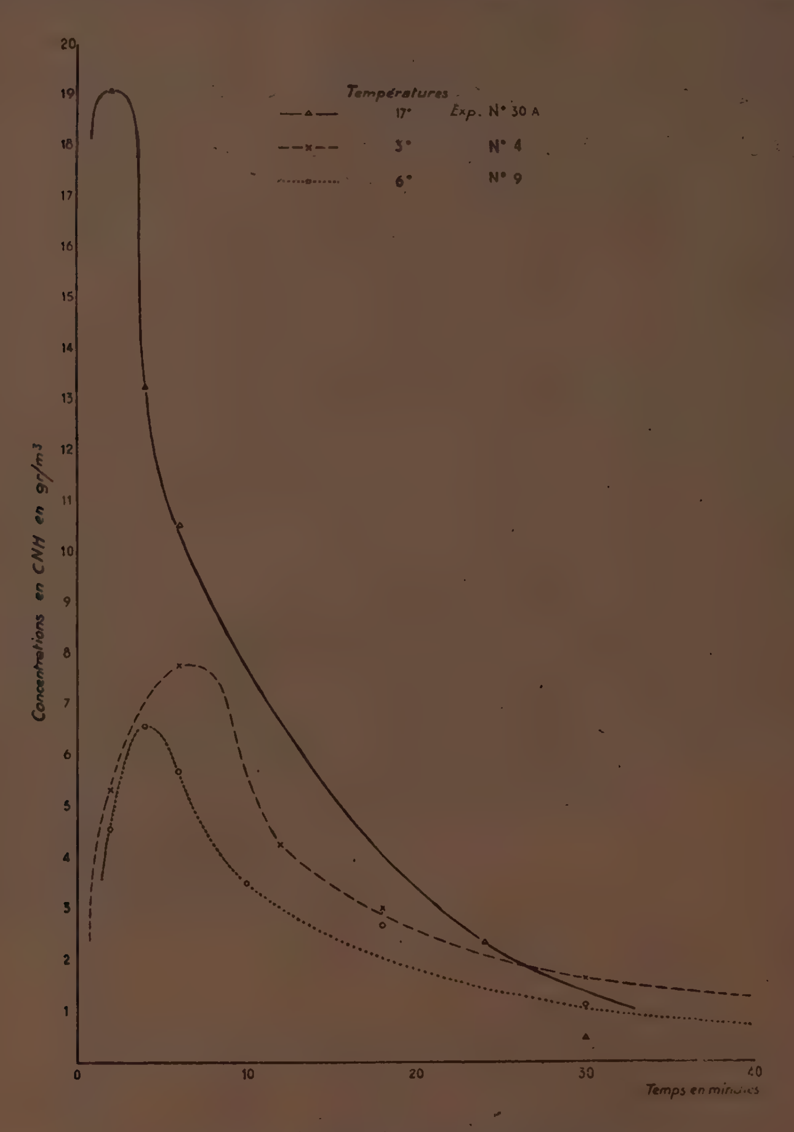


Fig. 7 — Concentration en acide cyanhydrique pour une dose de cyanure 3,6 fois la dose habituelle.

utilisées (tabl. 5). Les pertes par diffusion deviennent très importantes et élèvent le taux d'acide cyanhydrique de l'atmosphère extérieure au voisinage de la bâche.

Prélèvements sur chantier. — Dans une première série de prélèvements on a examiné la variation de la concentration en fonction du temps. Les résultats sont rassemblés dans le tableau 6.

Les courbes obtenues ont la même physionomie que celles qui sont fournies par les résultats de laboratoire. Nous noterons cependant que le titre est plus rapidement décroissant. Le prélèvement du 11 mars 1941, près du toit, accuse une concentration plus faible, en particulier dans la période initiale. La différence est moins sensible après huit minutes et si les quantités de cyanure utilisées avaient été les mêmes elle serait probablement négligeable. Dans le traitement du 28 février 1941 et à partir de la dixième minute le vent était suffisant pour onduler les parois de la bâche. Les prélèvements qui ont été faits normalement à la direction du vent montrent une baisse très rapide du titre.

Tableau 5.

Rapport des concentrations réelles, quand le rapport des doses de cyanure est égal à 3,6.

Moment du prélèvement.	Rapport des concentrations au cours des expériences. N° 4. / N° 2.	N° 9. / N° 2.	N° 30 A. / N° 20 A.
6 minutes	–	–	2,8
10 minutes	3,4	2,2	3,4
20 minutes	2,5	2,1	3,2
30 minutes	3,3	1,3	–
Concentration maxima	1,7	1,5	3.2

Tableau 6.

Détitrage des atmosphères, au cours des fumigations réelles.

Date du prélèvement	27.2.41.	28.2.41.	4.3.41.	11.3.41.
Lieu	Pégomas (A.-M.).	Pégomas.	Mandelieu (A.-M.).	Mandelieu.
Périmètre	7	8	8	9
Arc	5,5	6	6.5	6,5
Volume calculé suivant Woglum	6,8	9,4	10,7	12,6
Quantité de CN Na	85	100	115	115
Concentration théorique	6,9	5,86	5,9	5,0
Température	12°-15°	13°	11°5	14°
État hygrométrique	68	70	77	64
Position du prélèvement :				
Hauteur	1 m. 40	1 m. 40	1 m. 60	2 m. 00
Profondeur	0 m. 80	0 m. 80	0 m. 80	0 m. 80
Observations	Vent nul.	Vent très léger puis nul.	Vent léger puis fort.	Vent nul. Eau : 300 Acide : 200

Date du prélèvement	27.2.41.	28.2.41.	4.3.41.	11.3.41.
Lieu	PÉGOMAS (A. M.).	PÉGOMAS.	MANDELIEU (A.-M.).	MANDELIEU.
	CONCENTRATION EN GR. M³.			
Temps en minutes :				
1	1,28	–	3,49	–
2	–	1,45	–	2,43
2,30	1,74	–	–	–
3	–	–	3,44	2,29
4	2,04	3,96	2,27	–
5	–	–	–	2,05
5,30	2,18	–	–	–
6	–	2,48	–	–
7	0,79	–	–	1,90
8	–	1,89	0,85	–
14	0,32	0,96	–	
15	–	–	0.16	0.58
20	–	0,29	–	–
22	–	–	–	0,28
24	–	0,17	–	–
25	0	–	0	–
29	–	0,12	–	–
30	0	–	0	0,13
40	–	–	0	0,08

Une deuxième série d'analyses se rapporte à la distribution du gaz dans l'espace. Les prélèvements ont été faits au même instant en différents points (tabl. 7).

On peut voir par l'examen des résultats que si la distribution est irrégulière dans les premiers instants, l'uniformisation se produit après une dizaine de minutes et la répartition devient homogène dans la moitié supérieure de la bâche, la concentration reste un peu plus faible dans les parties basses.

IV. Conclusions.

1° L'étude des concentrations obtenues dans des conditions expérimentales de fumigation cyanhydrique montre qu'en un point moyen, pour une même température, on trouve des courbes de concentration assez voisines. Il semble que les différences soient plus sensibles dans les fumigations pratiques.

On peut admettre qu'après quelques minutes la répartition du gaz est grossièrement uniforme dans la moitié supérieure de la bâche ; la concentration est moins élevée dans les parties inférieures. Les différences sont très importantes au début du traitement. Les mêmes observations ont été faites sur chantier. Pour préciser les doses à utiliser, afin d'avoir une bonne destruction du parasite, il sera donc important, non de considérer la concentration en un point moyen, mais bien la courbe de concentration minimum dans l'espace occupé par les branches.

2° La concentration que l'on peut prévoir théoriquement n'est pas atteinte ou l'est seulement *pendant un temps très court* d'environ deux minutes. La plus grande partie de la fumigation se poursuit dans une atmosphère à titre décroissant très nettement inférieur à la théorie. Ainsi à 10°, au toit et dans le cas le plus défavorable (exp. n° 30) la concentration qui serait théoriquement de 5 grammes au mètre cube, se maintient

16 minutes entre 1 gramme et 1 gr. 5,4 minutes entre 1 gr. 5 et 2 grammes, 2 à 3 minutes entre 2 grammes et 3 grammes et 2 minutes entre 3 grammes et 3 gr. 5.

3° L'élévation de la température à laquelle se fait le traitement augmente la valeur de la concentration maxima qui peut atteindre dans la partie supérieure et dans un court rayon des valeurs considérables, au détriment des autres régions de la bâche.

4° On doit veiller à ne pas laisser refroidir de façon trop importante la solution sulfurique. La concentration est nettement diminuée quand la température, au moment de l'introduction du cyanure, s'est abaissée d'une vingtaine de degrés au-dessous de celle qui est normalement obtenue par dilution de l'acide.

TABLEAU VII.

Distribution des concentrations sous les bâches (fumigations réelles).

Lieu	MANDELIEU (A. M.).		
Date du prélèvement	6.3.41.	12.3.41.	14.3.41.
Périmètre	8	14	11
Arc.	7	9	8,5
Volume calculé suivant Woglum	12	37,4	25,3
Quantité de CN Na	120	220	190
Concentration théorique	5,5	3,2	4,1
Température	20°	13°5	16°4
Hygrométrie	37	74	60
Hauteur de la bâche	2 m. 20	2 m. 80	2 m. 40
Profondeur du prélèvement	0 m. 80	0 m. 80	0 m. 80

HAUTEUR DU PRÉLÈVEMENT.	CONCENTRATION EN GR. M³ AU BOUT DE:					
	3 min. 30.	11 min. 05.	3 minutes.	12 minutes.	3 minutes.	13 min. 30.
0 m. 60	–	–	0,18	0,61	–	–
0 m. 65	2,81	0,53	–	–	–	–
0 m. 70	–	–	–	–	0,17	0,98
1 mètre	9,18	0,46	–	–	–	–
1 m. 15	–	–	0,86	0,81	–	–
1 m. 20	–	–	–	–	1,00	1,65
1 m. 50	4,84	–	–	–	–	–
1 m. 70	–	–	–	–	3,02	1,76
1 m. 90	5,45	0,51	–	–	–	–
2 mètres	–	–	4,62	1,13	–	–
2 m. 20	–	–	–	–	1,52	1,52
2 m. 50	–	–	5,16	0,96	–	–

5° Il faut largement changer le rapport eau/acide pour noter une modification de la concentration. Les faibles variations qu'on peut lui faire subir volontairement ou non, au cours d'une série de traitements, n'ont pas de répercussion sur le titre.

6° Pour des fumigations exécutées avec des doses différentes de cyanure, le rapport des concentrations en CNH de l'atmosphère est inférieur à celui des quantités de cyanure utilisées. Le calcul ne permet pas de prévoir les nouvelles concentrations de l'atmosphère quand les tables de doses sont modifiées. Pour chaque dose de cyanure, il est donc nécessaire de déterminer expérimentalement la courbe des concentrations.

BIBLIOGRAPHIE.

1. Woglum. — *U. S. Dept. of Agric., Farmers' Bul.* n° 1321 (1923).

2. H. Knight. — *Hilgardia,* 1925, I, 35-36.

3. B. J. Smith et I. J. Naude. — *Union S. Africa, Dept. Agr., Sci. Bul.* n° 48 (Div. chim. n° 66), *Appl. Ent.* 1926, XIV, 551.

4. A. J. Smith. — Fing in S. Afr. 1927, *Appl. Ent.* 1938, XXVI, 176.

5. G. P. Gray et A. F. Kickpatrick. — *Bul. Dept. Agric. California,* XX, 373-382, *Appl. Ent.* 1931, XIX, 617.

6. W. Moore. — *J. Econ. Ent.,* 1936, XXIX, 65-78.

7. Communication privée.

TABLEAU N°1

Variations des concentrations en acide cyanhydrique

N° de l'expérience	Température Intérieure	Température Extérieure	Etat Hygrométrique Intérieur	Etat Hygrométrique Extérieur	Point de Prélèvement Hauteur	Point de Prélèvement Profondeur	Concentrations en ac 1mn	2/3mn	4/5mn	6/7mn	8mn	10mn
3	4°5	6°	90	86	1m50	0m80		3	3,5	3,0		
15	4°5	6°5	92	92	2m20	"		2,2	3,5			1,9
15	4°5	6°5	92	92	0m60	"		0	0,83			1,44
21	4°	10°	100	80	2m00	"		2,2	3,0	3,4		
21	4°	10°	100	80	0m60	"		0,52	1,95	2,75		
26	6°	7°	90	60	2m00	"		2,4	3,8	2,3		
26	6°	7°	90	60	0m30	"		1,5	2,4	2,1		
1	6°5	9°			1m50	"		3,6	0,5	1,85		
2	6°	9°			1m50	"		3,4	4,3	2,7		
23	6°	8°5	90	92	2m00	"		2,0	2,7	2,7		
23	6°	8°5	90	92	0m60	"		1,9	2,5	2,5		
29	10°	11°	100	82	2m00	"		2,5	3,5	2,9		
29	10°	11°	100	82	0m30	"		1,25	2,25	1,9		
30	10°	14°	95	65	2m00	"		2,2	3,4	2,1		
30	10°	14°	95	65	0m30	"		0,80	2,1	1,5		
10A	16°		100	100	1m50	"		5,7	3,6	2,6		
10A	16°		100	100	2m00	"		4,6	2,9		2,2	
12A	17°		100	98	1m50	"		5,0	4,10		3,10	
12 A	17°		100	98	2m00	"		5,0	3,90	2,70		
14 A	17°		100	100	1m50	"		5,2	4,5	3,50		
14 A	17°		100	100	1m50	0m30		4,6	4,2	3,60		
20A	17°	18°	91	85	1m50	0m80	3,9	6,0	5,4	3,8		
20A	17°	18°	91	85	0m80	"		0,08	0,64	0,90		
5 A	24°		91	88	1m50	"		10,8	7,3	2,9		
8 A	22°		100	85	1m50	"		6,51	3,8	2,8		
8 A	22°		100	85	2m00	"		7,7	7,3	5,2		
13 A	24°		92	85	1m50	"		7,2	6,6	4,1		
34 A	21°		92	90	1m50	"	0,91	5,1	4,1	3,0		
37	22°		100	98	1m50	"	2,8	6,1	5,2	3,5		
11 A	31°		72	61	1m50	"		10	6,1	4,5		
16 A	31°		78	85	1m50	"		9,8	7,2	3,0		
16 A	31°		78	85	1m50	0m30		11,7	4,0	2,3		
21 A	32°	32° soleil	60	70	1m50	0m80	18,8	13,8	6,1	3,0		
21 A	32°		60	70	0m80	"		0,35	4,1	3,8		
28 A	32°		40	40	1m50	"	14,8	13,7	7,8	4,9		
35 A	30°-34°		70		1m50	"	18,8	15,2	6,5	3,0		1,6

TABLEAU N°1

/ariations des concentrations en acide cyanhydrique (Es

vement fondeur	Concentrations en acide cyanh						
	1mn	2/3mn	4/5mn	6/7mn	8mn	10mn	12mn
)m80		3	3,5	3,0			1,6
"		2,2	3,5			1,9	
"		0	0,83			1,44	
"		2,2	3,0	3,4			
"		0,52	1,95	2,75			
"		2,4	3,8	2,3			
"		1,5	2,4	2,1			
"		3,6	0,5	1,85			1,14
"		3,4	4,3	2,7			1,4
"		2,0	2,7	2,7			
"		1,9	2,5	2,5			
"		2,5	3,5	2,9			
"		1,25	2,25	1,9			
"		2,2	3,4	2,1			
"		0,80	2,1	1,5			
"		5,7	3,6	2,6			
"		4,6	2,9		2,2		
"		5,0	4,10		3,10		
"		5,0	3,90	2,70			
"		5,2	4,5	3,50			
)m30		4,6	4,2	3,60			1,77
)m80	3,9	6,0	5,4	3,8			
"		0,08	0,64	0,90			
"		10,8	7,3	2,9			
"		6,51	3,8	2,8			
"		7,7	7,3	5,2			
"		7,2	6,6	4,1			
"	0,91	5,1	4,1	3,0			
"	2,8	6,1	5,2	3,5			
"		10	6,1	4,5			
"		9,8	7,2	3,0			
)m30		11,7	4,0	2,3			
)m80	18,8	13,8	6,1	3,0			
"		0,35	4,1	3,8			
"	14,8	13,7	7,8	4,9			2,5
"	18,8	15,2	6,5	3,0		1,6	

…s au laboratoire)

…ique (en gr par m^3) au bout de: 15/16 mn	20 mn	25 mn	30 mn	35 mn	40 mn	45 mn	Observations
		0,76		0,53	0,42		
		0,9					Bâche légèrement humide
		0,60					
	1,05				0,27		Soleil
	0,83				0,27		
	1,0				0,20		Léger vent à la 7ème minute
	0,24				0,11		
		1,08		0,56		0,43	
	1,3			0,45		0,38	
	1,2				0,4		
	1,12						
	0,73			0,20			Vent léger Bâche humide à la base
	0,51			0,16			
	0,53			0,18			Soleil
	0,45			0,15			
	0,87						Rosée et soleil sur le toit
		0,52					
	1,12				0,25		A partir de 7 mn très faible vent
		0,71			0,33		
1,30				0,45			Temps brumeux ciel très couvert
					0,59		
1,21					0,28		Ciel couvert
1,05				0,29			
1,5						0,36	
	1,20		0,33				Ciel ½ couvert
1,10							
2,0							Temps couvert soleil diffus
	0,85		0,39				Soleil sur le toit
	1,2			0,45			Tombée de la nuit-Rosée
	1,2				0,52		Soleil, vent faible
	1,2						
	0,9						
1,2			0,31				Soleil
0,95			0,31				
	1,0		0,53				Nuages-soleil diffus
	1,3						Nuages, Soleil, vent faible

TAB

Concentration en acide cyanhydrique, en

N° de l'expérience	Température de l'acide sulfurique	Température de l'atmosphère Intérieure	Température de l'atmosphère Extérieure	Etat Hygrométrique Intérieur	Etat Hygrométrique Extérieur	Point de Prélèvement Hauteur	Point de Prélèvement Profondeur
30	55° — 60°	10°	14°	95	65	2 m00	0m80
33	40°	10°5	12°5	100	100	"	"
35	20°	11°	13°5	98	80	"	"
20 A	60°	17°		91	85	1 m50	"
23 A	50°	17°		95	95	"	"
22 A	40°	17°		100	98	"	"

TAB

Concentration en acide cyanhydrique, en

N° de l'expérience	Rapport de l'eau à l'acide sulfurique		Température de l'atmosphère Intérieure	Température de l'atmosphère Extérieure	Etat Hygrométrique Intérieur	Etat Hygrométrique Extérieur	Point de Prélèvement Hauteur	Point de Prélèvement Profondeur	1mn
25A	$\frac{2}{1}$	68°	16°		86	83	1m50	0m80	6,8
20A	$\frac{3}{1}$	60°	17°		91	85	"	"	3,9
24A	$\frac{4}{1}$	50°	17°		89	89	"	"	4,1
27A	$\frac{5}{1}$	47°	16°	17°5	88	80	"	"	0,1

TAB

Concentration en acide cyanhydriqu

N° de l'expérience	Température de l'atmosphère Intérieure	Température de l'atmosphère Extérieure	Etat Hygrométrique Intérieur	Etat Hygrométrique Extérieur	Point de Prélèvement Hauteur	Point de Prélèvement Profondeur	2mn	C 4
4	3°	7°	76	85	1m50	0m80	5,3	6,
9	6°	6°5	92	88	"	"	4,6	6
30A	17°		85	80	"	"	19,1	13,

LEAU N°2

onction de la température de l'acide sulfurique

Concentrations en acide cyanhydrique (en gr par m.^{3}) au bout de:								Observations
1mn	2mn	4/5mn	6/7mn	15/16mn	18mn	30mn	35mn	
	2,20	3,40	2,10		0,57		0,18	Soleil
	2,90	3,20	1,28				0,27	
	0	1,37	1,25	0,25			0,30	
3,90	6,00	5,40	3,80	1,21			0,29	
1,12	5,00	5,80	4,35		1,54	0,53		
0,45	2,85	2,80	2,18	1,06		0,42		

LEAU N°3

fonction de la dilution de l'acide sulfurique

Concentrations en acide cyanhydrique (en gr par m.^{3}) au bout de:									Observations
2mn	4mn	6mn	10mn	13mn	16/17mn	20mn	30mn	35mn	
6,4	4,4	3,8			1,32		0,49		
6,0	5,4	3,8			1,21			0,29	
6,2	5,8	3,5	2,0			0,95	0,42		
5,0	4,0	2,9		1,85			0,50		

LEAU N°4

, pour des doses de cyanure variables

ncentrations réelles en acide cyanhydrique (en gr par m.^{3}) au bout de:								Observations
mn	6mn	10mn	12mn	18mn	24mn	30mn	45mn	
4	7,8		4,2	3		1,64	0,46	Soleil, Léger vent
6	5,7	3,5		2,7		1,04	0,66	{Cyanure et solution en 2 pots
2	10,5				2,3	0,49		

SUR LA RÉTENTION DE L'ACIDE CYANHYDRIQUE PAR LES FRUITS SOUMIS À LA DÉSINFECTION

(PREMIÈRE PARTIE)

par G. Viel,

Station d'agronomie générale et de biochimie végétale d'Antibes
(Section de phytopharmacie).

I. Introduction.

L'acide cyanhydrique est l'insecticide gazeux le plus couramment utilisé pour la destruction des cochenilles dangereuses. Son emploi est autorisé en France avec les réserves précisées dans l'arrêté du Ministère de l'Agriculture du 20 juillet 1938. Les inconvénients que présentent les autres agents gazeux de désinfection (bromure de méthyle, oxyde d'éthylène) qui hâtent la maturité des fruits, et l'existence en France de foyers d'*Aspidiotus perniciosus* (Comst.) permettent de prévoir l'extension de cette méthode de désinfection des fruits. Il nous a donc semblé utile d'apporter de nouvelles données sur la quantité d'acide cyanhydrique retenue par des fruits soumis à une fumigation. Ce problème a été étudié par Griffin, Neifert, Perrine et Duckett (1), en 1923. Ces auteurs ont mis en évidence la très grande influence de la nature des fruits et en particulier celle de leur peau sur la rétention de l'acide cyanhydrique. Buttenberg et Weiss (2), puis Williams (3) ont étudié la fumigation des aliments ; enfin, Bartholomew, Sinclair et Janes (4) ont donné, en 1939, les résultats de nombreuses déterminations sur la rétention de ce gaz par les tissus et les fruits de *Citrus*.

Dans la première partie de notre travail, qui fait l'objet du présent mémoire, nous avons déterminé les quantités d'acide cyanhydrique absorbées par des pêches et des poires maintenues dans une atmosphère de CNH de titre constant, ainsi que les quantités libérées pour des temps d'aération croissants à la pression atmosphérique.

Nous envisageons de compléter ultérieurement ces résultats par l'étude de l'influence des variétés, des conditions industrielles de désinfection avec utilisation du vide partiel, ainsi que des modes d'emballage.

II. Mode opératoire.

Le titre en acide cyanhydrique d'une atmosphère close décroît avec le temps par suite de l'absorption par les parois métalliques. Bartholomew, Sinclair et Janes ont signalé cet inconvénient. L'étude de la rémanence a pour condition nécessaire l'exposition des végétaux dans une atmosphère de composition définie et aussi constante que possible. Pour obtenir une atmosphère de concentration constante pendant le temps désiré, nous avons réalisé avec H. Bégué un appareil où l'atmosphère cyanhydrique est constamment renouvelée.

Le «fumigatorium» (fig. 1) est une caisse en bois peint, vitrée et étanche, à corps central parallélépipédique, dont les faces sont prolongées par des troncs de pyramide. La face supérieure qui forme couvercle est fixée au reste de l'appareil par des écrous à oreilles. Une bande de caoutchouc, placée entre les deux lèvres du couvercle, assure l'étanchéité de celui-ci. Cette caisse comporte des ouvertures pour l'arrivée et le départ des gaz, les prélèvements, les mesures thermométriques. Elle a un volume voisin de 38 litres.

Une pompe rotative assure une circulation de l'air chargé d'acide cyanhydrique à un débit de 7 litres par minute.

Le générateur d'acide cyanhydrique est disposé de manière à ce que le gaz, aussitôt produit à un débit approprié, soit entraîné par un courant d'air. L'acide cyanhydrique est produit par l'action de l'acide sulfurique sur une solution de cyanure alcalin. Celle-ci tombe à un débit constant dans de l'acide sulfurique à 1/2, chauffé à 80-90°. Sa concentration détermine le débit du gaz qui répond sensiblement à ce que la théorie permet de prévoir. On s'assure cependant de la concentration en CNH dans le fumigatorium par des prélèvements. Dans le but de réduire la période d'établissement du titre, on double le débit de cyanure pendant la première minute en utilisant un réservoir auxiliaire.

Dans ces conditions de fonctionnement l'atmosphère du fumigatorium est homogène, ce que nous avons vérifié, et son titre est sensiblement constant après 5 minutes de fonctionnement ainsi que le montrent les résultats figurant dans le tableau I.

Tableau I.

Temps en minutes.	Concentration en CNH en grs. par m³.		
	1	2	3
5	3,0	1,34	0,60
10	3,15	1,29	0,62
15	2,93	1,29	0,63
20	–	1,30	0,63
25	2,89	–	–
30	–	1,33	–
35	2.89	–	0,64
40	–	1,30	0,65
45	2,85	–	–
50	–	1,27	–
55	–	–	0,61
60	2,78	1,32	–

Les fruits sont introduits dans le fumigatorium et sont laissés une demi-heure ou trois quarts d'heure à la concentration désirée. On ouvre alors la caisse, on les sort et

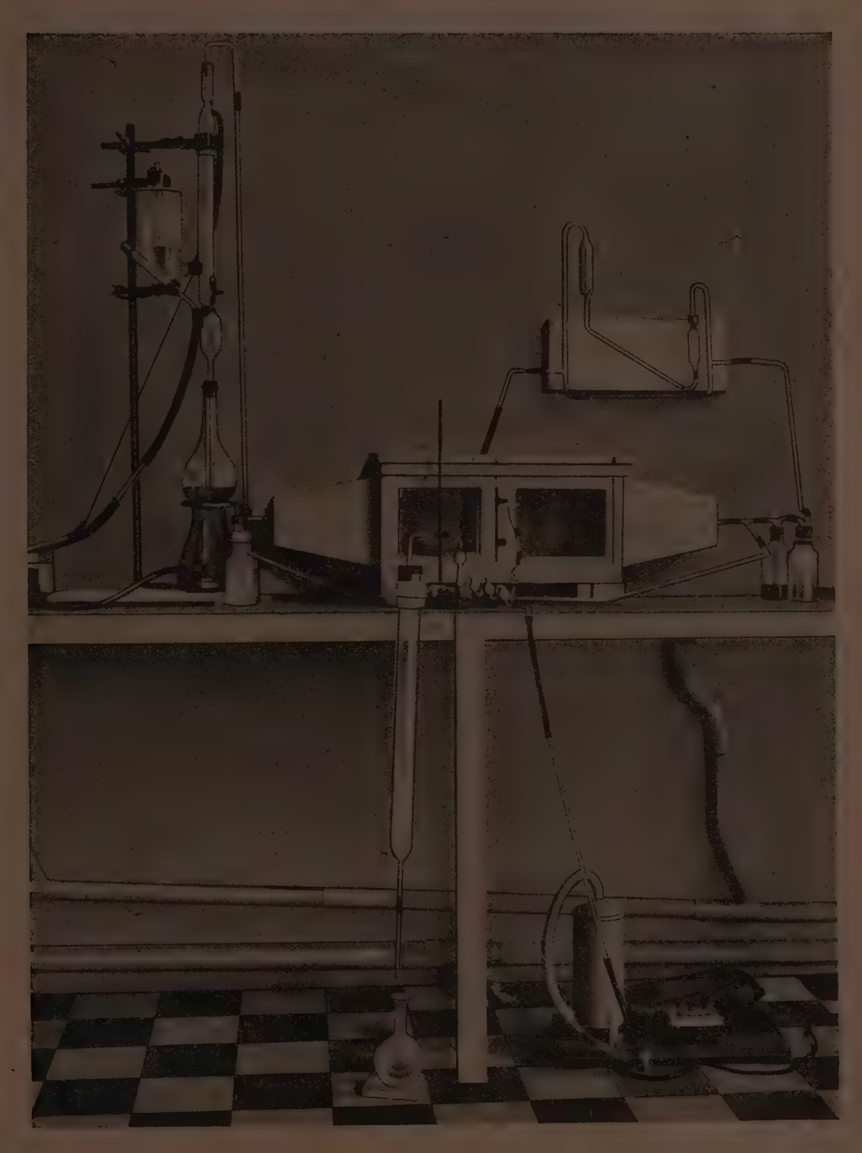


Fig. 1.

on les place sur étagère. On en prélève deux ou trois immédiatement, ou après des temps convenables d'aération, on les pèse, les coupe en menus fragments après avoir enlevé le noyau dans le cas des pêches; l'acide cyanhydrique qu'ils contiennent est ensuite déterminé.

III. Méthode analytique.

200 à 500 grammes de fruits coupés en petits fragments sont placés dans un ballon, additionnés de 300 à 500 centimètres cubes d'eau et de 3 à 5 centimètres cubes de SO^4H^2 N/. Le ballon est réuni avec un réfrigérant aboutissant dans un flacon contenant 10 centimètres cubes de NaOH environ N/5. On distille 100 à 150 centimètres cubes de liqueur. Dans ces conditions, 96 à 100 p. 100 de l'acide sont entraînés, ainsi qu'il résulte de mesures préliminaires.

En présence de distillats de fruits, le dosage de petites quantités de CNH ne peut être effectué par la méthode à l'iode. Les résultats obtenus sont beaucoup trop faibles. Cette erreur est peut-être liée à la présence d'aldéhydes. La transformation du cyanure en sulfocyanure et colorimétrie du sulfocyanure ferrique nous a donné des résultats satisfaisants. Nous utilisons le mode opératoire suivant :

10 centimètres cubes ou plus de distillat sont additionnés de 10 gouttes de sulfure d'ammonium jaune, et concentrés au bain-marie bouillant à un volume inférieur à 8 centimètres cubes. On acidule légèrement et on ajoute 10 gouttes de perchlorure de fer officinal. On filtre, on ajoute 0 cm^3 25 de ClH au 1/5. On complète à 10 centimètres cubes et on compare la coloration avec une solution type de sulfocyanure ferrique de coloration voisine.

Pour justifier cette technique, nous avons ajouté des quantités connues de cyanure de potassium à de l'eau avec des fruits en morceaux. Nous avons distillé et dosé l'acide recueilli par fractions de 50 centimètres cubes de distillat (tableau II).

On voit qu'en distillant 100 à 150 centimètres cubes on a 96 à 100 p. 100 de l'acide se trouvant dans le fruit.

Nous avons par ailleurs vérifié que dans les mêmes conditions opératoires les fruits: pêches dénoyautées et poires, ne donnent pas d'acide cyanhydrique en quantité appréciable. Tout l'acide qui est dosé a donc été absorbé et retenu par le fruit.

IV. Résultats expérimentaux.

Nous donnons dans les tableaux suivants les résultats de nos analyses sur des pêches et des poires traitées par l'acide cyanhydrique gazeux. La température au cours des essais a été de 24 à 27° (tableaux III et IV).

Tableau II.

Expérience.	CNH introduit.	CNH retrouvé. 1re distillation.	2e distillation.	3e distillation.	Total.	Pourcentage.
	mg.	mg.	mg.	mg.	mg.	
Eau	24,5	24,1	—	—	—	98,4
Eau	4,3	3,97	0,31	Traces.	4,28	99,5
Eau	0,476	0,450	Traces.	—	0,450	94,5
Eau	0,476	0,485	Traces.	—	0,485	101
Eau	0.472	0,466	—	—	0,466	98,7
Eau : 300 gr. + pulpe orange amère : 300 gr	24	23,2	Traces.	—	—	96,6
Eau : 200 gr. + pêches : 175 gr.	12,6	12,8	0,14	—	12,94	101
Eau : 500 gr. + pêches : 480 gr.	4.8	3,92	0,21	Traces.	4,13	96

Tableau III.

Teneur en acide cyanhydrique des pêches après traitement.	Temps d'aération en heures.	Quantité d'acide cyanhydrique rapportée à 100 gr. de fruits.		Taux de CNH restant après aération.
		Dénoyautés.	Entiers.	
—	—	—	—	—
		mg.	mg.	
1° Durée du traitement : 1/2 heure .... Concentration : 2,70 gr. par m³.....	0	1,75	1,62	–
	5	0,70	0,64	39,5
	24	0,35	0,32	19,7
2° Durée du traitement : 45 minutes ... Concentration : 2,80 gr. par m³	0	1,51	1,39	–
	6	0,58	0,53	38,0
	24	0,35	0,32	23,0

Tableau IV.

Teneur en acide cyanhydrique des poires après traitement.	Temps d'aération en heures.	Quantité d'acide cyanhydrique rapportée à 100 gr. de fruits.	Taux de CNH après aération.
—	—	—	—
		mg.	
Durée du traitement : 45 minutes.			
Concentration : 1,80 gr. m³...	0	0,32	–
	18	0,11	34,4
	24	0,05	25,0
	48	0·076	23,7
— 2,55 gr. m³...	0	0.366	–
	6	0,135	37,0
	24	0,037	10,1
— 3,20 gr. m³...	0	0,78	–
	24	0,197	25.2
	64	0,142	18,2
	170	0,024	3,1
— 6,30 gr. m³...	0	1,37	–
	20	0,421	30,6
	65	0,44	32,0
	90	0,14	10,2
	140	0,14	10,2

Il ressort de ces résultats :

1° Que les pêches et les poires retiennent une certaine quantité d'acide cyanhydrique ;

2° Que les pêches fixent plus de gaz que les poires quand ces fruits sont maintenus dans des atmosphères à même concentration.

3° Que la quantité d'acide absorbée et retenue par les fruits augmente avec la concentration à laquelle a été fait le traitement.

4° Dans les deux cas envisagés, fruits pulpeux ou à peau épaisse, l'acide cyanhydrique fixé se dégage lentement. Il reste environ un quart de la quantité initialement fixée au bout de 24 heures sans l'intervention du vide partiel.

Nous avons encore voulu nous rendre compte si l'acide cyanhydrique pénétrait à l'intérieur du fruit. A cet effet, nous avons épluché des poires abandonnées à l'air pendant plus ou moins longtemps, et nous avons dosé l'acide sur les épluchures et sur le fruit épluché. Les résultats obtenus sont les suivants :

Concentration de l'atmosphère de fumigation en CNH	1,80 GR. M³	6 gr. m³	
Temps d'aération en heures	0	65	90
Proportion d'épluchures	23 p. 100	20 p. 100	21 p. 100
Mg. de CNH p. 100 gr. de fruits :			
Dans les épluchures	0.15	0,091	0,056
Dans le fruit épluché	0,09	0,356	0,082
P. 100 du CNH total :			
Dans les épluchures	63	20	40
Dans le fruit épluché	37	80	60

L'acide cyanhydrique pénètre à l'intérieur du fruit, et après un temps assez long d'aération, on en retrouve à la fois dans les épluchures et dans le fruit épluché.

V. Conclusion.

Les pêches et les poires laissées en atmosphère cyanhydrique absorbent des quantités d'acide cyanhydrique qui dépendent de la nature du fruit et de la concentration de l'atmosphère.

L'acide est non seulement retenu superficiellement mais pénètre à l'intérieur du fruit. Il s'élimine lentement, après 24 heures d'aération, à la pression atmosphérique, il en reste une fraction représentant environ le quart de la quantité initialement fixée.

BIBLIOGRAPHIE.

1. Griffin, Neifert, Perrine et Duckett. — *U. S. Dept. Agric., Dept. Bul.* 1149 (1923), *Appl. Entom.* 1923, XI, 550.

2. P. Buttenberg et H. Weiss. — *Zeit. f. Unt. d. Nahr. und Genussmittel,* 1924, XLVIII, 104 ; *Off. Int. d'hygiène publique,* sept. 1935, p. 1034.

3. C. L. Williams. — *American J. of. Public. Health,* vol. XXIII, n° 6, juin 1923.

4. E. T. Bartholomew, W. B. Sinclair & Bed. E. Janes. — *Hilgardia,* 1939, 12, 473.

DOCUMENTATION.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE.

MUNERATI (O.). — **L'Hérédité dans la production des feuilles blanches chez la betterave.** (Die Vererbung der Weissblätrigkeit bei *Beta vulgaris* L.) *D. Zuchter*, 1942, t. 14, n° 9, p. 214-215.

Des glomérules produits par des types blanchâtres, résultant d'un croisement entre un individu blanchâtre et un individu pigmenté, naissent des exemplaires blanchâtres, mais avec cotylédons plus ou moins rouges ou jaunes, suivant le type qui fut employé comme pollinisateur. On doit faire ressortir que les cotylédons de ces individus issus de croisements entre types blanchâtres et jaunes présentent l'apparence typique de plantes chlorotiques. Il s'agit ici d'une pseudo-chlorose où le contenu en entocyane est transmis par la plante-père. Le pollen des individus blanchâtres n'a jamais, au moins dans les recherches de l'auteur, produit chez les individus normaux, le blanchissement des feuilles. La descendance de ces individus provenant de croisements, observée pendant cinq générations, n'a jamais présenté des individus blanchâtres ou tachetés de blanc. Cette anomalie ne serait donc pas héréditaire.

L. Fe.

SAVULESCU (T.), HULEA (A.) et STANESCU (A.). — **L'Habitat et la dissémination en Roumanie de la Carie causée par diverses espèces du genre** *Tilletia*. (Das Vorkommen und die Verbreitung der in Rumänien den Weizenstinkbrand hervorbringenden *Tilletia* Arten.) *Phytopathologische Zeitschrift*, XIV, 1942, n° 2, p. 148-187.

La Carie est causée en Roumanie par quatre espèces du genre *Tilletia : Tilletia foetens* (Berk-et-Curd), TREL.; *Tilletia Tritici* (Bjork) WINTER; *Tilletia tricoides*, SAVUL et *Tilletia intermedia* GASSNER = *Tilletia foetens, Tilletia Tritici.*

Tilletia foetens est l'espèce la plus fréquente et la plus répandue en Roumanie, vient ensuite *Tilletia triticoides* et en troisième lieu *Tilletia Tritici*, enfin *Tilletia intermedia* se montre seulement à l'état sporadique. *Tilletia triticoides* se présente en compagnie de *Tilletia foetens*, dans les mêmes localités, souvent dans le même épi, cependant toutefois sur des grains différents. Ces constatations n'ont pas lieu pour *Tilletia Tritici*. En Roumanie, ainsi qu'en Turquie, *Tilletia intermedia* se présente associé aux deux espèces précédentes.

Les caractères morphologiques et biométriques sont distincts ainsi que le degré de virulence qui est différent et caractéristique de chaque espèce. *Tilletia triticoides* ne présente pas les caractères d'un produit de croisement entre *Tilletia Tritici* et *Tilletia foetens*, aussi la descendance ne montre aucune tendance à la disjonction. *Tilletia triti-*

coides est une espèce homozygote de *Tilletia Tritici*, très semblable, mais cependant doit être regardée comme une espèce autonome à cause de la stabilité de ses caractères.

La grande dispersion de *Tilletia triticoides*, et, pour les régions Sud le remplacement de *Tilletia Tritici* par cette espèce, fait qu'elle pourrait être un des parents de *Tilletia intermedia*. Mais cette manière de voir va être démontrée expérimentalement.

Une carte de la dissémination en Roumanie des espèces de *Tilletia* accompagne ce mémoire, auquel sont jointes également des figures donnant l'aspect différent des spores de ces quatre espèces.

L. Fc.

Stelzner (G.). — **La question de la transmission des virus par les graines et particulièrement des virus X, Y et de l'Enroulement de la Pomme de terre.** (Zur Frage der Virus Ubertragung durch Samen, insbesondere des X, Y, und Blattroll virus der Kartoffel.) *Der Zuchter* 14 jahrgang Heft., 10 p., 225-233, 1942.

Reprenant l'étude des virus normalement transmis par la graine, l'auteur constate que tous sont transmissibles mécaniquement et assez résistants à la chaleur. La plus basse température d'inactivation (en 10 minutes) est fournie par le virus de la Mosaïque du Haricot (56°-58°). Il s'agit donc de virus assez stables. La proportion de plantules malades est d'autant plus élevée que la plante-mère a été contaminée tôt. Il n'y a pas de relation entre la grosseur des graines et la transmission du virus par ces dernières : ainsi la Mosaïque du Concombre n'est pas transmise par la grosse graine de la Citrouille alors qu'elle l'est par celle, beaucoup plus petite, du Concombre.

Les virus X et Y peuvent être détectés (par inoculation au Tabac) dans tous les organes floraux de la Pomme de terre, du Tabac et aussi, pour le virus X, dans ceux du Datura. Des expériences effectuées sur les Datura et les Capsicum ont montré que le pollen issu de plantes malades ne transmettait pas la maladie lors de la fécondation (virus X).

Le virus X peut être détecté dans les graines des Pommes de terre, des Tabacs, des Datura, le virus Y dans celles des Pommes de terre et de Tabac. Les embryons contenus dans les graines fraîches de Pomme de terre et de Datura infectées par le Virus X peuvent contenir ce dernier. La proportion d'embryons infectés dans ces graines malades est parfois très élevée. Elle peut atteindre 100 p. 100.

Le virus X est progressivement inactivé dans les graines au cours de la maturation, puis de la conservation lorsqu'on ne les sème pas immédiatement et enfin de la germination elle-même car les embryons infectés produisent des plantules saines. Les conclusions sont les mêmes dans le cas du virus de la Mosaïque du Tabac.

Les graines de Pommes de terre infectées par les virus X, Y et de l'enroulement donnent sans exception des plantes saines. Des graines de Datura et de Tabac contenant le virus X et des graines de Tabac contenant le virus Y donnent toujours naissance à des plantes saines. Les trois virus en question ne sont donc pas transmissibles par semis.

P. L.

Köhler (E.). — **Le *Solanum demissum* Lindh comme plante épreuve éventuelle du virus A de la Pomme de terre.** (*Solanum demissum* Lindh as mögliche Testpflanze des A Virus der Kartoffel.) *Nachricht.* 22 jahr n° 12, 1942, p. 77-78.

La détermination du virus A à l'aide des plantes épreuves est délicate car il est difficile de distinguer les symptômes qu'il provoque de ceux produits par les souches peu virulentes du virus Y. Le seul moyen offert était l'inoculation à *N. glutinosa* qui est immune au virus A et très sensible même aux souches peu virulentes du virus Y. Cette méthode est peu séduisante en pratique d'autant plus qu'il faut inoculer en même temps des Tabacs témoins.

En recherchant un hôte différentiel convenable, l'A a éprouvé une souche de *Solanum demissum* qui s'était montrée un hôte différentiel utile du virus K.

Cette plante, après inoculation avec une souche virulente du virus Y présente simplement

un léger éclaircissement des nervures sur les feuilles du sommet en croissance, ou même conserve un aspect sain. L'infection par le virus A se traduit sur les feuilles inoculées par des taches nécrosées noires et irrégulières. Les souches les plus virulentes du virus X provoquent aussi des taches nécrosées, mais d'aspect nettement distinct (figures dans le texte). Le développement ultérieur des symptômes est très différent. Il s'agit de nécroses de bigarrure (*Strichelnekrosen*) longeant les nervures. Il faut encore attendre pour savoir si ces nécroses sont assez constantes pour constituer un signe spécifique du virus A. Lorsque ceci aura été établi définitivement, le *Solanum demissum* pourra être utilisé en pratique comme indicateur du virus A.

P. L.

KOHLER (E.). — **Essais de désinfection des instruments imprégnés de sève infectée par le virus de la Mosaïque du Tabac ou le virus X de la Pomme de terre.** (Desinfektionversuche an Rohsäften des Tabakmosaïk und Kartoffel X virus.) Zentralbl. Bakt., 2 Abt. *103*, p. 325-334, 1940-41.

Lors des opérations de taille et d'élagage de plantes cultivées comme la Tomate, la lame du couteau ou d'autres objets, ayant été mouillés par la sève hautement infectieuse qui s'écoule des blessures de plantes infectées par certains virus, peuvent transmettre la maladie à des plantes saines.

L'Auteur conseille, comme désinfectants contre le virus de la Mosaïque du Tabac et le virus X de la Pomme de terre, la lessive de soude et la lessive de potasse à 1 p. 100 qui détruisent presque instantanément le virus dans les jus crus très concentrés tandis que le tissu coupé est peu endommagé. La Trypaflavine, l'Eosine, l'Erythrosine et l'Uranine n'ont pas de pouvoir désinfectant et provoquent d'importants dégâts sur les parties traitées de la plante.

P. L.

KOHLER. — **Recherches sur les maladies à virus de la Pomme de terre.** (Untersuchungen über die Virus krankheiten der Kartoffel.) [Mitteil auf der Biol. Reichsanstalt F. L. und. F 1940], p. 21-22.

La souche Us du virus X, très stable sur Tabac, a fourni de nombreuses mutations par inoculation à la Pomme de terre.

A partir de feuilles de Pommes de terre présentant des taches jaune vif ayant absolument l'aspect de la Mosaïque Aucuba, l'Auteur a extrait trois souches de virus dont les propriétés étaient celles du virus du *Ring spot* du Tabac. Le virus se transmet de proche en proche dans les champs sans qu'il ait été possible de montrer si les insectes prenaient une part active à cette transmission.

L'Auteur a éprouvé diverses variétés de Pommes de terre au point de vue de leur résistance au virus Y.

A la suite d'essais de désinfection du couteau dans le but d'éviter la propagation du virus X et du virus de la Mosaïque du Tabac lors du pincement des Tomates et du sectionnement des tubercules de Pommes de terre, l'A. recommande de tremper le couteau dans une lessive de soude à 1 p. 100.

P. L.

KOHLER (E.). — **La réaction d'hypersensibilité de *Solanum nodiflorum* JACQ. vis-à-vis de souches du virus de la Mosaïque du Tabac et du virus X de la Pomme de Terre.** (Die Überempfindlichkeitsreaction bei *Solanum nodiflorum* JACQ. gegenuber Stämmen des Tabakmosaik- und des Kartoffel X Virus.) *Zeitschr. für Pflanzenkrank und Pflanzenschutz*, 52-9/10 1942, p. 450-454.

Les réactions d'hypersensibilité sont caractérisées par la formation de nécroses autour des foyers d'inoculation. Ultérieurement, la feuille entière se flétrit et se dessèche avant que le virus n'ait eu le temps de pénétrer dans la tige.

L'auteur considère que les taches d'hypersensibilité sont vraisemblablement dues à l'action de certaines toxines. Il a inoculé le *Solanum nodiflorum* Jacq avec cinq souches du virus X de la Pomme de terre et quatre souches du virus de la Mosaïque du Tabac. La souche Us du premier et la souche G7 du second ont provoqué la formation de taches d'hypersensibilité identiques.

L'auteur en conclut que ces deux virus protéines posséderaient un radical commun qui serait responsable de ce type de réaction. Cette conclusion est peut-être juste. Elle est cependant audacieuse. Il ne semble pas impossible d'admettre que des lésions d'aspect très semblable puissent être provoquées par des toxines ou des radicaux de protéines virus très différents.

P. L.

Pfankuch. — **Zur Biochemie der Kartoffelabbaues (Physikochemie und Wirkungweise von Virusproteinen)**. *Mitt. Biol. Reichanst. Heft*, 65, 51-52, 1942.

L'auteur relate les travaux sur la structure de la virus-protéine chez les mutants du virus de la Mosaïque du Tabac. Pour caractériser ces virus extrêmement voisins, il reprend, d'après Tiselius, la méthode de l'électrophorèse. Il montre ainsi que les mutants possèdent une individualité chimique totale. Leur solubilité, leur hydratation, leur viscosité diffèrent de celles du virus originel, mais leur poids moléculaire est vraisemblablement le même. Leur vitesse d'expansion est sans exception plus faible, de même que la proportion de Phosphore qu'ils contiennent. Pour la première fois, on a pu expliquer chimiquement les variations de comportement biologique d'un virus, et puisque la vitesse d'électrophorèse diminue lorsque les symptômes augmentent d'intensité, mettre en évidence un parallèle quantitatif avec le comportement biologique. Par décomposition du virus, on obtient les mêmes fragments de molécule pour ces mutants et pour le virus de la Mosaïque *aucuba* de la Tomate. Les différences entre les mutants proviendraient de variations qualitatives ou quantitatives de l'acide nucléique de la molécule du virus.

P. L.

Stapp (C.). — **Réactions sérologiques des virus X, Y et A de la Pomme de terre.** (Serologischer Nachweis von X, Y und A Virus der Kartoffeln.) *Zentralbl. f. Bakteriologie*, II, Abtg 105, 127, 128, 1942.

L'auteur donne d'abord un bref résumé de ses nouvelles méthodes de recherches. On possède maintenant les anti-sérums des virus X, Y et A. A l'aide de ceux-ci on peut les distinguer les uns des autres seuls ou en mélange. L'analyse qualitative et quantitative des virus de la Pomme de terre est possible en même temps.

P. L.

Kohler (E.). — **Sur l'apparition de cristaux protéidiques dans les tubercules de Pommes de terre infectée par un virus.** (Über das Vorkommen von Eiweisskristallen in virusinfizierten Kartoffelknollen) *Nachrichtenbl. d. Pflanzenschutz*, 22-59-60-2 Abb. 1942, Res. Zeits, für Pflanzenkr., 52 Band., 1943, Heft 1-3, p. 148-149.

En liaison avec les recherches de R. Janisch, l'auteur rapporte brièvement quelques observations sur des cristaux protéidiques observés dans des tubercules de Pommes de terre infectés respectivement par les virus A et X. Dans les tubercules infectés par le virus A se trouvaient des cristaux de forme cubique, dans les tubercules infectés par le virus X de paquets de cristaux en forme de fines aiguilles et dans ceux qui étaient infectés par les deux virus un mélange des deux formes cristallines. D'autre part, dans les tubercules indemnes de virus on trouvait aussi des cristaux cubiques, en nombre beaucoup plus faible et qui, ultérieurement, s'évanouissaient. L'examen des deux formes cristallines indiquait nettement qu'il s'agissait de protéines. Les observations faites sur les tubercules sains montrent que les réserves protéiques des Pommes de terre cristalli-

sent en forme de cubes. Il ne paraît pas impossible que la protéine virus A forme des cristaux mixtes de forme cubique avec la protéine de réserve, tandis que cette dernière s'incorporerait également aux cristaux du virus X. Les recherches doivent être poursuivies.

P. L.

RIEHM (E.). — **Sur l'augmentation de l'importance des maladies des plantes et des insectes nuisibles.** (Über die Zunahme der Pflanzenkrankheiten und Schädlinge.) *Zeits. für Pflanzenkr.*, 53 Band, 1943, Heft 1/3, p. 3-12.

Il n'est pas possible, nous dit l'A., de répondre à cette question par un simple oui ou un simple non. Tout dépend en effet de la période de temps que l'on considère et aussi des maladies envisagées, les circonstances ayant été très différentes pour les unes et pour les autres.

Dans l'ensemble, on est obligé d'admettre que les méthodes de lutte modernes n'ont fait que balancer l'augmentation sans cesse croissante de l'intensité des maladies des plantes. Il est cependant possible de citer d'assez nombreuses maladies que les traitements modernes ont permis de réduire dans des proportions telles que leur importance économique est aujourd'hui à peu près négligeable. Il en est ainsi, par exemple, de l'Ergot du Seigle, si répandu jadis que les farines de Seigle ont provoqué parfois la maladie de l'ergotisme dans toute une contrée (1851 en Poméranie, 1855 dans les États de Brunswick et de Nassau, 1867-1868 en Prusse orientale). En 1926 encore, d'après ERIKSSON, 100 p. 100 des aliments à base de Seigle contenaient une certaine proportion d'Ergot. Les méthodes de triage moderne ont à peu près fait disparaître l'Ergot. Il en est de même de l'Anguilule du Blé dont les dégâts, fréquents encore vers 1910, sont aujourd'hui très rares. Les maladies des Céréales qui sont justiciables de traitements par des produits chimiques corrosifs sont également en régression très nette. Il en est ainsi par exemple de la Carie du Blé dont les attaques sont, dans l'ensemble, beaucoup plus faibles qu'il y a cinquante ans. Les pertes de récolte provoquées dans les vergers par les champignons parasites et par les insectes ont également diminué dans des proportions notables. L'A. cite le cas de la Tavelure. Il cite également celui de l'oïdium américain du Groseillier qui, d'après ERIKSSON, a sérieusement menacé de détruire toutes les cultures de Groseilliers à Maquereau en Suède. Des méthodes de lutte judicieuses ont permis de réduire considérablement les dégâts et de sauver ces cultures.

Il y a, par contre, de nombreuses maladies dont l'importance n'a cessé de croître au cours de ces dernières années. L'A. cite en particulier le cas des maladies à virus de la Pomme de terre, et celui des « catastrophes forestières » (Waldkatastrophen).

Un grand nombre de facteurs favorisent cette expansion des maladies des plantes. La monoculture, par exemple, favorise la pullulation des insectes nuisibles. La culture, pendant de longues années, du même produit sur le même sol enrichit ce dernier en éléments nuisibles. Ainsi, dans les petits jardins, on observe une multiplication intense des Nématodes de la Pomme de terre. La culture de certaines plantes sur les sols impropres ou sous un climat peu convenable a aussi contribué à l'expansion des maladies. Par exemple, d'après BLUNK, l'élargissement de la culture du Blé sur des sols peu favorables aurait contribué à l'expansion de la maladie du Piétin. Les fumures incorrectes ont souvent aussi favorisé l'implantation de certaines maladies. Il s'agit de fumures mal équilibrées, par exemple trop riches en azote, ou encore ayant un effet acidifiant, etc. Le développement de la maladie du cœur de la Betterave serait dû au fait que la solubilité du Bore, nécessaire à la croissance de cette plante, est descendue trop bas dans certains sols.

L'A. considère que la question de savoir si le nombre de maladies et de dégâts d'insectes a augmenté depuis cent ans appelle une réponse affirmative. Cette augmentation est réelle. Il ne s'agit pas d'une simple apparence conditionnée par les progrès de l'étude des parasites des végétaux. De nouveaux parasites, qui jusqu'alors étaient hébergés sur des plantes spontanées, se sont bien développés sur certaines plantes cultivées. On connaît par exemple toute une série d'insectes parasites de Chénopodiacées sauvages qui sont passés sur la Betterave à sucre. Le *Synchitrium endobioticum*, agent de la maladie verruqueuse de la Pomme de terre, n'existait pas dans le pays d'origine de cette plante. Il a été observé pour la première fois sur celle-ci vers 1870, en Angleterre et en Écosse. Il

faut bien admettre que ce parasite vivait auparavant sur d'autres plantes, probablement des Solanées sauvages, sur lesquelles il était passé inaperçu. Le *Peronospora cubensis*, qui se développait sur des Cucurbitacées en Amérique du Sud, est apparu en Amérique du Nord sur le Concombre et la Courge. Le *Pseudoperonospora Humili* est passé de Houblons sauvages sur les variétés cultivées de cette même plante. Beaucoup de maladies et d'insectes nuisibles se sont développés à la faveur des échanges commerciaux internationaux. Il en est ainsi du Phylloxera et du Mildiou de la Vigne, de la maladie verruqueuse de la Pomme de terre, du Doryphore, etc. Il est à peu près certain qu'en dépit de toutes les précautions prises aujourd'hui, d'autres introductions se produiront encore.

Une question importante est aujourd'hui encore sans réponse. Le pouvoir pathogène des maladies ou bien la sensibilité des plantes vis-à-vis de celles-ci ont-ils augmenté ? Aucun des arguments invoqués en faveur d'une augmentation de l'agressivité des parasites ne résiste à l'épreuve d'un examen critique consciencieux. L'A. analyse en particulier le cas du *Tilletia Tritici*, agent de la Carie du Blé. En ce qui concerne la sensibilité des plantes cultivées, la question se pose d'une façon différente. L'A. pense que le reproche souvent fait aux variétés modernes à grand rendement d'être plus sensibles aux maladies que les variétés de jadis n'était peut-être pas injustifié il y a quelques années. Il n'en est plus de même aujourd'hui où les sélectionneurs, souvent contraint d'ailleurs par certains règlements officiels, ne lancent dans le commerce que des variétés ayant fait la preuve de leur résistance à certaines maladies importantes.

Le cas des maladies à virus se présente d'une façon tout à fait spéciale. D'après Doerr et Hallauer, alors qu'en 1900 on ne connaissait que six virus phytopathogènes, on en connaissait cinq de plus en 1910, treize en 1920, vingt en 1925, trente-neuf en 1930, cinquante-huit en 1935. Cette énorme augmentation est due pour une très large part au développement de nos connaissances et au perfectionnement de nos méthodes de recherche. Il ne fait aucun doute cependant que les maladies à virus des plantes ont augmenté d'importance de façon très réelle au cours de ces dernières années. Nous ignorons totalement la cause de cette augmentation. Celle-ci a eu pour effet de placer la question des virus au premier plan de la Pathologie végétale et même de la Biologie. L'appui important accordé par les services officiels allemands aux recherches sur les maladies à virus prouve que l'on a reconnu leur importance.

Ces recherches, entreprises depuis dix ans seulement, ont permis aux Allemands de rattraper le retard qu'ils avaient, dans ce domaine, sur les Anglo-Saxons. Les travaux de Köhler ont éclairé la question si discutée en Allemagne de la « dégénérescence » de la Pomme de terre. Les travaux de Kausche et de Pfankuch ont confirmé la découverte de Stanley relative à la nature nucléoprotéidique des virus des plantes. Ces mêmes auteurs ont pu obtenir à l'aide du microscope électronique, des images des particules de certains virus. Muller a pu sélectionner des variétés de Pommes de terre résistantes ou tolérantes vis-à-vis de certains virus. Enfin, Stapp a mis au point la détection sérologique des trois virus importants (X, Y et A) de la Pomme de terre.

L'A. conclut sur l'espoir que l'augmentation des maladies à virus pourra être combattue avec succès comme celle des autres maladies.

P. L.

Boivin (A.). — **Récents progrès dans nos connaissances sur la nature des virus.** *Sciences*, n° 39, 69e année, 1942.

Dans cet article de vulgarisation, d'une tenue scientifique élevée, l'A. résume de façon sommaire les données récentes relatives aux dimensions des particules de virus déterminées grâce aux techniques d'ultra-filtration et d'ultra-centrifugation. Les résultats obtenus ainsi ont été confirmés par la microscopie électronique. Le microscope électronique a permis en effet de photographier les particules de certains virus comme celui de la Mosaïque du Tabac et aussi de certains bactériophages. Les dimensions mesurées sur la photographie s'écartaient relativement peu de celles qui avaient été prévues par l'usage des techniques indirectes. La forme des particules de bactériophages observée sur la photographie était par contre imprévue. Celles-ci se présentent en effet sous la forme d'une épingle munie d'une tête relativement volumineuse.

On a réussi à purifier plusieurs virus des végétaux dont le plus important est celui

de la Mosaïque du Tabac. Certains de ces virus peuvent être obtenus sous forme cristalline et sont constitués par une nucléoprotéide chimiquement pure. Certains bactériophages, le virus de la fièvre aphteuse, le virus du papillôme du Lapin de Shope, le virus de la vaccine ont également été purifiés. Parmi tous ces virus, dont les dimensions sont très variables et conduisent insensiblement de l'échelle de la molécule protéidique à l'échelle de la bactérie, il en est dont les particules sont constituées par une molécule unique (virus *monomoléculaires*) ; ce sont les plus petits, tandis que d'autres comme le virus vaccinal sont des complexes *polymoléculaires*. L'A. estime qu'il existe très probablement entre les deux groupes des termes de transition constitués par des virus dont la particule contient un petit nombre de molécules (virus *oligomoléculaires*).

Les virus sont-ils d'origine endogène ou exogène ? La question ne peut être tranchée actuellement. Cependant, le comportement des virus, très voisin de celui des bactéries, leur mode de transmission, leur faculté de provoquer la formation d'antigènes chez l'animal malade, leur aptitude à subir des mutations, le très grand nombre d'hôtes de certains d'entre eux, plaident avec éloquence en faveur de l'exogénèse. Celle-ci choque cependant certains esprits parce qu'elle conduit à ranger les virus monomoléculaires parmi les êtres vivants ou du moins à l'extrême voisinage de ceux-ci. Cette conséquence de l'exogénèse ne paraît pas gênante à l'auteur. Le virus serait, pour lui, un être vivant dégradé à l'extrême sous l'influence du parasitisme et qui n'aurait conservé intégralement que la faculté de se multiplier. Pour le reste, il détournerait à son profit le métabolisme de la cellule hôte. Ne possédant en lui-même aucune des diastases nécessaires à l'élaboration de sa propre substance, il induirait en effet celles de la cellule hôte à fabriquer cette dernière à sa place. Pendant ce temps, il se muliplierait. On ne peut considérer cette multiplication comme une division siscipare des particules. Celles-ci sont en effet de véritables molécules (au moins chez certains virus) et leur scission donnerait, semble-t-il, naissance à un corps nouveau. Il faut donc admettre, nous dit l'auteur, que chaque particule exercerait autour d'elle un champ directeur dans lequel viendraient se grouper, s'orienter et se multiplier des corps à petite molécule tous fournis par la cellule hôte.

L'A. termine par un exposé détaillé de la conception qui lui est propre, d'après laquelle les virus seraient des bactéries dégradées réduites à leurs gênes. Les travaux récents sur l'organisation des bactéries permettent de penser que celles-ci renferment un organite rudimentaire qui est l'homologue du noyau et qui pourrait par conséquent, d'après l'auteur, renfermer un ou plusieurs gênes qui seraient les éléments directeurs du métabolisme et de la multiplication. A la suite de l'évolution régressive envisagée, ces éléments fondamentaux subsisteraient seuls. Au lieu de guider le métabolisme de la cellule bactérienne, ils guideraient alors celui de la cellule hôte qui travaillerait ainsi pour sa propre perte en fabriquant elle-même les éléments constitutifs de son parasite. L'A. renouvelle ainsi très heureusement la vieille théorie qui identifiait les virus aux gênes. Il la concilie avec la théorie exogène et en élimine le côté exagérément fantaisiste. Son hypothèse est donc fort intéressante et mérite d'être retenue.

P. L.

DÉFENSE DES VÉGÉTAUX.

FEYTAUD (J.) et LAPPARENT (P. DE). — **La protection du blé contre les Charançons au moyen de poudres.** *C. R. Acad. Agr.*, 27, 1028-1032, 1941.

Des essais de laboratoire ont permis de comparer différentes poudres desséchantes destinées à protéger les stocks de grains contre le Charançon *Calandra granaria* adulte. Les poudres siliceuses sont nettement supérieures aux autres, qu'il s'agisse de silice naturelle pulvérisée, de précipités industriels, de gels de silice ou de kiesselguhrs riches en silice.

Les essais ont comporté des doses de 250 g. à 10 kg. par quintal de grains. Avec les meilleurs produits, la protection complète exige un kg. de produit par quintal. La mort

des insectes se produit alors en 4 à 6 jours. Parmi les poudres siliceuses, les plus légères sont les plus efficaces. La craie, le carbonate de magnésie, la magnésie calcinée, le talc, les composés fluorés sont moins actifs. La roténone n'est pas plus efficace que le talc.

M. Rau.

Feytaud (J.) et Lapparent (P. de). — **A propos d'une formule alcaline préconisée pour détruire le Doryphore.** *C. R. Acad. Agr.*, 28, 229-231, 1942.

Dans les essais de laboratoire, l'action des solutions de carbonates alcalins a été étudiée en pulvérisations sur des larves de Doryphore du 4e âge. Les résultats obtenus ne confirment pas les renseignements précédemment donnés sur cette méthode. Les solutions de carbonate de soude à 5 p. 100 brûlent le feuillage des pommes de terre et n'entraînent pas une mortalité appréciable des larves de Doryphore. Les solutions de carbonate d'ammoniaque sont peu nocives pour les plantes, mais n'ont pas davantage d'action insecticide. Par le mélange des deux solutions, on obtient les mêmes résultats.

M. Rau.

Walker (H. G.) et Anderson (L. D.). — **La lutte contre la Pyrale hawaïenne de la betterave.** (The Hawaiian beet webworn and its control.) *Bull. Virginia Truck Exp. St.* n° 103, 1651-1659, 1940; in : *Rev. Appl. Entom.*, 29, p. 46, 1941.

La Pyrale *Hymenia recurvalis* (= *fascialis*) est un dangereux ennemi de l'épinard en Virginie. Elle est combattue efficacement par le pyrèthre, mais non par la roténone. Le traitement recommandé comporte un poudrage au moyen d'un produit commercial pyréthriné qu'on dilue dans 10 fois son poids de matière inerte, de manière que la poudre épandue contienne 0,2 p. 100 de pyréthrines. On en utilise 35 à 60 kg. à l'hectare.

M. Rau.

Staehelin (M.) et Bovey (P.). — **La lutte contre le Carpocapse et la Tavelure des pommiers et poiriers en Suisse romande. Observations et essais effectués de 1933 à 1938.** *Landw. Hb. Schweiz*, 54, 635-680, 1940.

La question des traitements des fruits à pépins est exposée dans son état actuel. Quelques indications sont à noter : Un arséniate d'alumine naissant titrant 19 p. 100 d'As s'est montré aussi efficace contre le Carpocapse, à la concentration de 0,5 p. 100, qu'un arséniate de plomb en pâte employée à 1 p. 100. Parmi les divers arséniates de plomb, la spécialité la plus efficace a été une poudre à 20 p. 100 d'As, employée en traitement liquide à raison de 500 gr. par hectolitre de bouillie. L'addition d'huile augmente l'efficacité des arséniates, mais il ne faut pas en utiliser plus de 1 p. 100.

M. Rau.

Spayer (W.). — **Biologie de l'Anthonome du pommier et moyen de le combattre.** (Biologie und Bekampfung des Apfelblütenstechers *Anthonomus pomorum* L.) *Arb. physiol. angew. Ent. Berl.*, 6, 286-308, 1939.

Les traitements reconnus actifs contre les Anthonomes adultes sont : les pulvérisations d'huile de goudron avant l'ouverture des bourgeons, les pulvérisations pyréthrinées pendant l'ouverture et aussitôt après. Le quassia est inefficace. Le dinitroorthocrésol n'est pas recommandé, à cause des difficultés de son emploi.

M. Rau.

VINSON (C. G.) et MAC CRORY (S. A.). — **Suppression des résidus nuisibles dans les pulvérisations de nicotine à la bentonite.** (Avoiding obvious residue from nicotine bentonite sprays.) *Science*, 92, p. 79, 1940; in : *Rev. Appl. Entom.*, 29, p. 45, 1941.

Description d'une méthode de traitement des arbres fruitiers (pommiers) par la nicotine additionnée de bentonite; les pulvérisations ne laissent pas sur les pommes de résidus gênants. L'efficacité contre le Carpocapse est très bonne : 92,4 p. 100 des fruits sont intacts. Il y a un peu moins de fruits véreux et beaucoup moins de fruits piqués qu'après le traitement à l'arséniate de plomb.

M. RAU.

GUILLAUME (A.) et DÉCHÉRY (R.). — **La protection des châtaignes contre les insectes et les champignons parasités.** *Bull. Sc. Pharm.*, 48, pp. XXV-XXXI, 1941.

Les principaux insectes qui attaquent les châtaignes sont un Charançon, *Balaninus elephas*, et une Pyrale voisine du Carpocapse, *Laspeyresia splendana*. La maladie cryptogamique la plus importante est le nérume, dû au *Sclerotinia pseudotuberosa*. La lutte chimique contre les insectes comporte l'emploi de traitements gazeux. L'oxyde d'éthylène est utilisé, sous vide, à raison de 100 g. par m³, avec addition de 300 g. de gaz carbonique. Le bromure de méthyle s'emploie à la concentration de 50 g. par m³ sous vide également; il se montre supérieur à l'oxyde d'éthylène.

M. RAU.

RIVNAY (E.). — **Études sur la Biologie et les possibilités de traitement de *Pseudococcus comstocki*, qui attaque les agrumes en Palestine.** (Studies in the biology and control of *P. comstoki* Kuvana on *Citrus* in Palestine.) *Hadar*, 12, 197-201, 1939, in : *Rev. Appl. Entom.*, 29, p. 73, 1941.

Contre cette Cochenille, le procédé de lutte le plus efficace utilise un sulfocyanure organique additionné de savon et dilué dans une huile minérale. L'huile possède une action résiduelle sur les larves.

M. RAU.

ALLMAN (S. L.). — **Essais insecticides contre la Mouche des fruits du Queensland,** *Strumeta tryoni*. (Toxicity test with the Queensland fruit fly, *Strumeta* [*Chaetodacus tryoni Froggatt*].) *J. Austr. Inst. Agric. Sc.*, 6, 40-44, 1940; in *R. Appl. Entom.*, 29, p. 54, 1941.

Cette mouche des fruits est combattue par des pièges toxiques et des pulvérisations d'appâts insecticides. La formule la plus efficace contient 625 g. d'émétique et 1 kg. 1 de sucre ou de mélasse pour 100 litres d'eau; elle produit une mortalité de 50 p. 100 en 2 jours. L'arséniate de plomb, les fluosilicates de baryum et de sodium, la cryolithe et la nicotine sont moins actifs.

M. RAU.

MIWA (Y.) et MARIYAMA (T.). — **Essais de produits attractifs pour la Mouche du Manguier,** *Chaetodacus dorsalis* HENDEL. *Formosan agric. Rev.*, 36, 685-716, 799-822 et 895-914, 1940 (en japonais); in : *Rev. Appl. Entom.*, 29, p. 94, 1941.

Parmi les substances attractives pour la Mouche du Manguier, *Chaetodacus dorsalis* (ou *Dacus ferrugineus*), on cite le méthyleugénol et l'essence de citronelle.

M. RAU.

DUBAQUIÉ (J.-M.). — **Essai de traitement contre le Mildiou par l'ammoniure de cuivre.** Bordeaux 1941. *C. R. Acad. Agr.*, 27, 900-902, 1941.

Des pulvérisations d'ammoniure de cuivre titrant 25 g. de cuivre par hectolitre ont été réalisées dans plusieurs grands vignobles du Bordelais. Dans l'ensemble, le remplacement complet ou partiel des bouillies bordelaises classiques par l'ammoniure n'a pas entraîné de diminution dans la protection des vignobles. Mais les traitements tardifs par l'ammoniure ont souvent causé des dégâts au feuillage.

M. RAU.

LAFON (J.). — **La lutte contre le Mildiou et l'économie de cuivre.** *Bull. Off. intern. du Vin*, 28 p., janvier 1942.

Au cours des essais faits en 1941 à Bois-Charente par la Fondation Fougerat, seuls les produits contenant du cuivre se sont montrés efficaces contre le mildiou de la vigne. Plusieurs formules à faible teneur en cuivre : l'eau céleste au sulfate de cuivre et ammoniaque, l'eau céleste au nitrate de cuivre et ammoniaque, les solutions simples de sulfate de cuivre, la bouillie Casale, se sont montrées peu inférieures à la bouillie bordelaise à 2 p. 100; avec une dépense de cuivre réduite à 50 g. par hectolitre, une bonne protection des vignes a été assurée, mais l'attaque de mildiou était faible.

L'eau céleste au sulfate de cuivre peut causer des brûlures particulièrement graves. On a attribué ces brûlures à la formation de sulfate d'ammoniaque. Cette hypothèse est confirmée par la constatation que les lésions au feuillage diminuent ou disparaissent lorsqu'on remplace, dans la formule de l'eau céleste, le sulfate de cuivre par du nitrate ou de l'acétate. On peut diminuer la nocivité de l'eau céleste par l'addition de lait de chaux ou de carbonate de potasse, mais on utilise alors un produit se rapprochant des bouillies bordelaises ou bourguignonnes. Avec les solutions simples de sulfate de cuivre, il est difficile d'éviter les brûlures du feuillage, si on dépasse la dose de 200 g. par hectolitre. Les alcools terpéniques sulfonés constituent de bons mouillants pour ces solutions. Les solutions simples de nitrate de cuivre sont utilisables. La manière de préparer des bouillies agricoles à partir des déchets de cuivre est indiquée : on laisse en contact 125 g. de cuivre et 600 g. d'acide nitrique jusqu'à disparition du métal. Avec cette solution, on peut faire une bouillie à la chaux ou une eau céleste contenant 125 g. de cuivre par hectolitre. Chaque fois qu'on prépare des bouillies ou solutions pauvres en cuivre, les eaux calcaires sont très défavorables; une partie notable du cuivre est en effet précipitée à l'état d'hydrocarbonate, qui est peu adhérent et intervient faiblement dans la protection de la vigne. On peut remédier à ce défaut des eaux très calcaires en leur ajoutant de l'acide sulfurique (10 cm³ par hectolitre).

Les produits non cupriques essayés, lait de chaux, sulfate d'orthooxyquinoléine, alcoylxantate de soude, solution de permanganate de potasse et de carbonate de soude, se sont montrés pratiquement sans action sur le Mildiou.

M. RAU.

LAFON (J.). — **A propos des essais d'ammoniure de cuivre contre le Mildiou.** *Bull. Off. intern. du Vin*, 8 p., juillet-août 1942.

Après un rapide historique de la question de l'ammoniure de cuivre, l'Auteur indique ce qui différencie ce produit de l'eau céleste. Dans l'emploi des pulvérisations cupriques contenant le cuivre à l'état dissous, on est limité par les possibilités de brûlures sur la vigne. D'une façon générale, il y a danger à dépasser la concentration de 50 g. de cuivre soluble par hectolitre. Il n'est donc pas étonnant que l'eau céleste d'Audoyneau, qui contient 125 g. de métal, cause des dégâts. L'ammoniure de cuivre est cependant moins nocif; dans des essais utilisant jusqu'à 240 g. de métal par hectolitre, on n'a constaté aucune brûlure. Il est, à ce point de vue, supérieur aux solutions simples de sulfate de cuivre.

En ce qui concerne l'action contre le Mildiou, l'ammoniure à 30 g. de cuivre par hectolitre s'est montré, dans les essais effectués en Charente en 1942, équivalent aux

autres formes de cuivre soluble de même richesse. L'intensité du Mildiou était seulement moyenne. Pour les viticulteurs qui disposeraient de déchets de cuivre, il est plus indiqué d'en faire du nitrate que de l'ammoniure. La bouillie bordelaise au nitrate paraît aussi efficace que la bouillie ordinaire au sulfate; elle doit être franchement alcaline et ne pas dépasser une concentration de 125 g. de cuivre par hectolitre. Un produit étranger contenant une petite quantité de cuivre et un composé organique fongicide a donné des résultats analogues à ceux de la bouillie bordelaise à 2 p. 100.

M. Rau.

Paillot (A.). — **La lutte contre la Cochylis et l'Eudemis de la vigne.** *C. R. Ac. Agr.*, 28, p. 234-239, 1942.

Nos connaissances actuelles sur la lutte chimique contre ces deux insectes peuvent se résumer ainsi : les produits actifs sont l'arséniate de plomb, la cryolithe en pulvérisation à 1 p. 100, l'arséniate d'alumine naissant à 0,5 p. 100, les poudres roténonées contenant au moins 0.65 p. 100 de roténone, les poudres contenant 15 p. 100 de cryolithe. En cas d'attaque grave, il y a lieu d'effectuer deux traitements préfloraux à 8 ou 10 jours d'intervalle et un traitement contre la seconde génération.

Les traitements mixtes (insecticides et fongicides) ne sont pas recommandés. Les techniques d'application ne sont pas les mêmes dans les deux cas et l'action de certains insecticides est diminué par la présence de bouillie bordelaise. Dans les pulvérisations insecticides, il est essentiel de bien mouiller les grappes.

M. Rau.

O'Connor (B.-A.). — **Lutte par poudrage contre un ravageur du cocotier, du genre** ***Sexava.*** (Control of coco-nut treehoppers [*Sexava* spp.], by dusting.) *New-Guinea Agric. Gaz.*, 6, 5843, Rabaul, 1940; in : *Rev. Appl. Entom*, 29, p. 91, 1941.

Contre ce Tettigonide, les poudrages les plus efficaces utilisent le vert de Paris et l'arséniate de chaux; l'arséniate de plomb est presque aussi actif. L'arséniate de chaux s'emploie pur, à raison de 11 kg. 5 par hectare. Le vert de Paris doit être dilué dans 7 fois son poids de chaux; on répand 24 kilogrammes du mélange à l'hectare.

M. Rau.

List (G.-M.). — **Le Psylle de la pomme de terre et de la tomate, et la protection des tomates.** (The potato and tomato psyllid and its control on tomatoes.) *Bull. Colorado Exp. St.*, n° 454, 33 p., 1939; in : *Rev. Appl. Entom.*, 29, p. 21, 1941.

Contre le Psylle jaune de la tomate, *Paratrioza cockerelli*, la poudre de Derris à 0.5 p. 100 de roténone est inactive. Un produit commercial à base de pyréthrines stabilisées, employé sous forme de poudre à 0,2 p. 100 de matière active, est au contraire nettement actif. Les soufrages et les pulvérisations sulfo-calciques sont toxiques pour les nymphes et répulsives pour les adultes. Mais la bouillie sulfo-calcique peut causer des brûlures aux tomates.

M. Rau.

Snipes (B.-T.). — **Essais préliminaires avec l'arséniate de plomb et l'arséniate de chaux contre la noctuelle** ***Alabama argillacea.*** (Experiencas préliminares cum arseniato de chumbo e arséniato de calcio no combate ao curuquere, *A. argillacea* [Hülen], [Lep. Noctuidea]). *Rev. Entom*, 11, 501-532, Rio de Janeiro, 1940; in : *Rev. Appl. Entom.*, 29, p. 10, 1941.

Dans des essais de poudrage et de pulvérisation, le meilleur résultat a été donné par l'arséniate de plomb en poudrage. L'arséniate de chaux en bouillie ou en poudrage est presque aussi efficace. Les bouillies d'arséniate de plomb sont moins bonnes.

M. Rau.

GÖRNITZ (K.). — **Mise au point des produits pour la protection des cultures.** (Vom Versuchpräparat zum Pflanzenschutzmittel). *Édition Schering*, 3 p., Berlin 1941.

Ces quelques pages résument le travail effectué par une firme industrielle allemande pour essayer et mettre au point les formules nouvelles destinées à la protection des cultures. Les essais comportent trois étapes : au laboratoire, en serre, en plein champ.

Après une étude au laboratoire des substances nouvelles, celles qui paraissent intéressantes sont expérimentées sur des plantes cultivées en serre. Ce travail doit pouvoir se poursuivre toute l'année, de sorte qu'il faut prévoir des cultures, des élevages d'insectes et des multiplications de champignons en toute saison. C'est ainsi que les céréales sont cultivées en serre toute l'année et viennent à maturité en 2 mois. En hiver, les serres doivent être éclairées par de puissants réflecteurs.

Les substances qui ont subi avec succès cette seconde épreuve sont essayées en plein champ. Enfin, on les met sous une forme commerciale et elles sont soumises à deux années d'expérimentation culturale. Les essais de la seconde année sont contrôlés par le Biologische Reichsanstalt de Berlin-Dahlem, de qui dépend l'homologation des produits.

M. RAU.

DAVID (W.-A.-L.) et HAVREY (G.-L.). — **Production des mouches pour l'application de la méthode de Peet-Grady.** (Flies for the Peet-Grady test). *Soap*, 17, n° 10, 103-105, 1941.

Une bonne technique d'essai pour les insecticides de contact est celle qui a été décrite par Peet et Grady en 1929; on opère sur la Mouche domestique. La présente note apporte un perfectionnement dans la technique d'obtention des insectes, dont les pupes sont nourries sur un milieu de culture.

M. RAU.

NELSON (F.-C.). — **Essais de pulvérisation sur le bétail.** (Cattle spray testing). *Soap.*, 17, n° 8, 92-97, 1941.

Plusieurs méthodes sont décrites pour l'essai des produits contre les insectes qui attaquent le bétail. Parmi les méthodes de laboratoire, certaines sont applicables en phytopharmacie. L'action répulsive des produits est évaluée sur la mouche domestique. Un support approprié est imprégné d'une matière sucrée et reçoit une pulvérisation des produits à étudier. On réserve des témoins non traités, et certaines surfaces sont traitées comparativement par différentes concentrations d'un produit étalon. Comme étalon de répulsion, on propose le citronellol de synthèse, dont la composition et les propriétés sont constantes; ses solutions alcooliques de 10 à 60 p. 100 sont d'un emploi commode.

Pour évaluer la toxicité des produits, il est avantageux d'utiliser la méthode de Peet-Grady, modifiée par Eagleson. Les mouches sont enfermées dans une petite cage de toile métallique qui tourne au milieu d'un cylindre parcouru par l'atmosphère insecticide.

M. RAU.

RIGAL (M.). — **Recherches botaniques, chimiques et pharmacologiques sur les *Erythrophleum* de l'Arique occidentale.** *Thèse de doct. en pharmacie, Univ. de Paris.*, 125 p., 1941.

Les *Erythrophleum* constituent un genre de légumineuses qu'on peut rattacher au groupe des Césalpiniées; quatre espèces en ont été décrites en Afrique. Leur écorce est utilisée par les indigènes de diverses régions africaines comme poison d'épreuve et poison de flèche.

Des études chimiques antérieures ont permis de reconnaître dans ces plantes quatre alcaloïdes cristallisés : l'érythrophléine, la cassaïne, la cassaïdine, la nor-cassaïne; on

y a signalé aussi une base alcaloïdique amorphe qui se dédouble en un acide ternaire, l'acide érythrophléique, et une base, la mançonine.

Les recherches de l'auteur ont confirmé l'existence de la cassaïne et de l'érythrophléine. La cassaïne, de formule $C^{24} H^{39} O^{4} N$, donne par hydrolyse de l'acide cassaïnique et du diméthylaminoéthanol. L'érythrophléine $C^{24} H^{39} O^{5} N$ se dédouble en acide érythrophléique et en méthylaminoéthanol. Il existe, à côté des alcaloïdes, un phytostérol, des tannins, une saponine et une flavone. La toxicité des écorces d'*Érythrophleum* est en rapport avec leur teneur en alcaloïdes totaux. Les graines ont aussi une action toxique due à la présence de saponine.

M. Rau.

Imprimerie Nationale. — J. 4-43.

RECHERCHES SUR LES PRODUITS

ANTICRYPTOGAMIQUES EN 1942.

L'étude des produits anticryptogamiques utilisables en viticulture, qui avait reçu un développement considérable en 1941, a encore été intensifiée en 1942. Tous les établissements qualifiés du Service des recherches agronomiques (Stations de Pathologie végétale, de Viticulture, d'Œnologie, Laboratoires de phytopharmacie) et deux établissements privés, la Station de recherches Viticoles et Œnologiques de Champagne, l'Institut des Recherches Viticoles de Bois-Charente, ont participé à ces travaux, dont la coordination a été assurée par le Laboratoire de Phytopharmacie de Versailles.

Le programme des essais comportait :

a. *Contre le Mildiou de la vigne : l'essai comparatif de nombreux produits cupriques, notamment des formules assurant une économie de cuivre; l'examen de spécialités commerciales non cupriques et de produits destinés à améliorer l'action des bouillies. Ces études ont été effectuées dans toutes les stations.*

b. *Contre l'Oïdium de la vigne : l'essai des différentes formes de soufre, en particulier des poudres à teneur en soufre réduite. Cette question a été spécialement étudiée par les Stations de Viticulture ou d'Œnologie de Montpellier, Narbonne et Angers.*

Il est malheureusement impossible de publier ici l'ensemble des rapports rédigés à la suite de ces essais. Les résultats obtenus ont été d'ailleurs suffisamment homogènes pour qu'une telle publication entraînât beaucoup de redites. La plupart des Directeurs de Station ont publié tout ou partie de leurs travaux dans différentes Revues. Nous avons réservé pour les Annales des Épiphyties, *deux mémoires particulièrement importants, qui fournissent une vue d'ensemble sur la question, dans chacune des maladies. Le travail sur le mildiou a été rédigé en commun par les laboratoires du Centre des Recherches agronomiques du Sud-Ouest qui ont bénéficié de deux facteurs favorables à la réussite de leurs travaux : l'emploi d'une technique particulièrement précise, et une assez forte attaque de mildiou. L'étude sur les soufres et l'oïdium groupe les résultats obtenus en 1941 et 1942 par la Station de Viticulture de Montpellier* (1).

(1) Une intéressante note de la Station œnologique d'Angers a été jointe à ce travail.

ESSAIS DE SOUFRES ET DE PRODUITS SOUFRÉS
À L'ÉCOLE NATIONALE D'AGRICULTURE DE MONTPELLIER

par J. Branas
Professeur de Viticulture, Directeur du Laboratoire de Recherches Viticoles
et de la Station d'avertissement agricole

et G. Bernon
Chef des travaux de Viticulture

à l'École Nationale d'Agriculture de Montpellier.

SOMMAIRE.

I. Introduction.

Connu depuis près d'un siècle, le traitement de l'oïdium par le soufre est parmi les plus anciennes méthodes de lutte contre les maladies des plantes cultivées qui mettent en œuvre des procédés chimiques. Il porte chaque année en France sur plus d'un million d'hectares de vignobles et il exigeait, avant 1939, l'utilisation de plus de 100.000 tonnes de soufre par an en viticulture.

Ce caractère universel du traitement, aurait dû favoriser les observations et stimuler les recherches; la technique de la lutte contre l'oïdium pourrait donc être parmi les mieux connues mais il s'est trouvé que l'efficacité complète des traitements ayant été acquise par des procédés simples, il n'a été posé aux praticiens que des problèmes élémentaires et que les chercheurs ont considéré la question comme épuisée sans lui accorder beaucoup de temps et d'efforts.

Et une technique aussi courante que le soufrage, entrée dans les usages au point que l'on soufrait même sans qu'il y eût d'oïdium, tellement efficace qu'elle demeure un des plus beaux succès de l'empirisme, cette technique est assez peu connue pour qu'il n'ait pas été possible d'envisager et de résoudre les graves problèmes posés par l'état de guerre, sans procéder au préalable aux études expérimentales qu'aucune nécessité n'eût imposées en d'autres temps. Ces circonstances nous ont conduits à aborder cette question en 1941 et 1942 avec le dessein, non de procéder à une mise au point mais d'apporter une contribution.

Dans cet ordre d'idées, nous avons dû établir une méthode d'essai des soufres fondée à la fois sur des études de laboratoire et sur l'expérience au vignoble; sans que cette expérience au vignoble, lente et délicate, puisse apparaître superflue et sans que les études de laboratoire l'égalent en sécurité, il reste que celles-ci sont à la fois plus rapides et plus faciles à conduire et qu'elles peuvent faire progresser une question, même lorsqu'elles sont employées seules. En suggérant, en outre, l'explication des faits, elles permettent de construire un ensemble que nous nous sommes efforcés de classer et de faire logique. Il est probable que des recherches nouvelles feraient apparaître d'autres faits et naître d'autres idées mais nous ne croyons cependant pas que les conclusions formulées dans notre travail puissent, dans leur ensemble, subir des modifications sensibles parce qu'elles correspondent à l'opinion des praticiens à laquelle, dans des cas semblables, il est toujours bon de se reporter.

* * *

Différentes personnes, ont collaboré à ce travail à des époques diverses : MM. P. Damiens, J. Nouvel, H. Bellet et H. Fabre de Latude. Les champs d'expériences impor-

tants qu'il a exigés nous ont été réservés par M. le Directeur de l'École nationale d'Agriculture de Montpellier. Enfin, le Groupement des Producteurs de soufre a mis à notre disposition, et parfois fabriqué à notre intention, tous les ingrédients nécessaires. Nous remercions tous ceux qui, à des titres divers mais également importants, ont bien voulu contribuer à l'accomplissement de notre tâche.

Bs. et Bn.

II. Mode d'action du soufre.

L'oïdium (*Uncinula necator*) vit à la surface des organes herbacés de la vigne et sa présence se manifeste par une poussière grise réunie en taches diffuses, plus ou moins nombreuses et étendues.

Les parasites externes de ce type devraient être particulièrement vulnérables aux anticryptogamiques mais l'expérience montre que l'action des produits en solution est incapable de s'opposer à leur développement d'une manière suffisamment efficace et qu'ils ne sont réellement justiciables que des produits à l'état gazeux. Le soufre n'agit pas autrement; la preuve n'a plus a en être fournie car l'action réelle du soufre appliqué sur les appareils de chauffage dans les serres à vignes, ou même sur le sol dans les pays chauds, établit que l'effet cherché peut être obtenu à distance.

La nature des vapeurs émises à partir des particules de soufre, a fait l'objet de nombreuses recherches; successivement l'action du soufre a été attribuée à SO^2, H^2S et aux produits de leur réaction comme $S^5O^6H^2$; en fait, il est probable que le soufre émet simplement des vapeurs de soufre qui peuvent subir dans l'air une certaine oxydation, insuffisante toutefois pour former de l'anhydride sulfureux. Notre dessein n'a pas été d'étudier ce point particulier.

III. Étude des soufres au laboratoire.

Quelle que soit l'hypothèse acceptée pour expliquer l'action du soufre sur l'oïdium il est raisonnable d'admettre que cette action s'exerce par des vapeurs dont on peut discuter la nature chimique mais dont l'action est probablement d'autant plus vive qu'elles sont plus abondantes.

Divers expérimentateurs (H. Marès, Fonzes-Diacon) ont provoqué, pour déterminer l'abondance de ces vapeurs, la formation de sulfure sur des feuilles d'argent en utilisant des dispositifs ingénieux. Cette méthode ne peut pas mettre en évidence les différences, parfois assez faibles, qui séparent deux types de soufre et elle offre, par ailleurs, l'inconvénient de ne tenir compte que de l'existence des vapeurs de soufre et non de leur composés d'oxydation.

Il nous a paru que ces vapeurs ne pouvant provenir que du soufre, il était possible de fonder l'appréciation de l'activité des soufres sur la mesure de la masse perdue par un poids donné de matière, soit, en dernière analyse, de la masse de soufre transformée en vapeur.

1. Technique. — En vue de déterminer les pertes d'un poids déterminé de soufre sous l'action de la chaleur, une masse donnée de soufre est répartie au pinceau, d'une manière très homogène, sur le fond d'une boîte de Petri tarée d'une surface connue.

Les boîtes découvertes sont introduites dans une étuve électrique munie d'un bon dispositif thermostatique et disposées sur une étagère de l'étuve à des emplacements repérés. L'étuve est réglée à une température t; on s'abstient de l'ouvrir pendant toute la durée de l'expérience. Après une durée H d'exposition les boîtes sont extraites de l'étuve et pesées : la différence de poids donne la quantité de soufre volatilisée pendant le temps d'exposition à la température t.

2. Influence de la masse mise en oeuvre. — Des poids croissants (de 0,1 à 25 gr.) d'un même soufre (trituré standard) répartis dans des boîtes de même surface (S = 40,8 cm^2) sont soumis à l'action d'une température élevée (+ 110°) pendant le même temps (48 heures). Au bout de ce temps d'exposition, les pertes de poids constatées sont les suivantes :

POIDS DE SOUFRE (P) mg.	PERTES mg.	PERTES P. 100 DE P.
100.....	60	60
500.....	83	16,6
2,500.....	53	2,1
10.000.....	70	0,7
25.000.....	92	0,37

En recherchant la loi mathématique suivant laquelle s'effectuent, dans un temps donné, les pertes de substance, à température constante, d'une masse donnée de soufre occupant une surface constante, nous avons été conduits à constater l'existence de la relation (fig. 1).

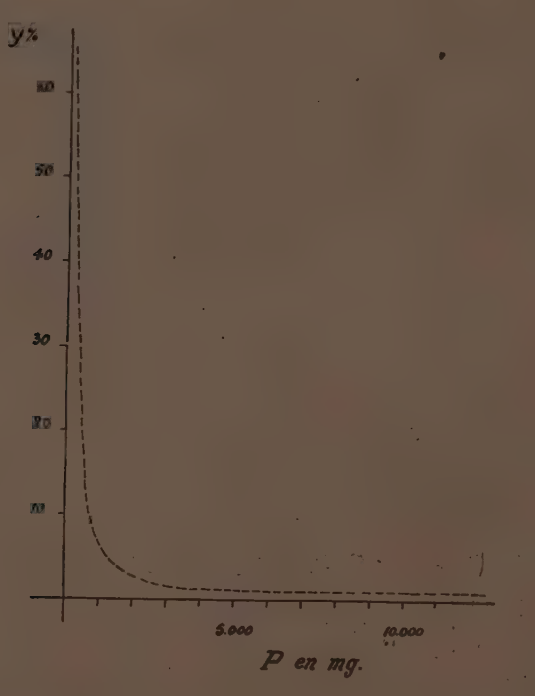


Fig. 1. — Variation des pertes de substances y exprimées en centièmes du poids initial P_1 en fonction de P.

$$y = \frac{a}{P}$$

y = pertes pour cent de la matière mise en œuvre.
P = Poids de la matière en milligrammes.
a = constante qui, déterminée dans les conditions de l'expérience a été trouvée égale à 6.300.

Les soufres ordinaires sont vendus avec un taux d'humidité rarement supérieur à 2-3 p. 1.000. Les pertes observées au cours de l'expérience qui précède sont nettement plus importantes; dans la plupart des cas l'humidité joue un rôle négligeable; il n'en serait pas de même dans la recherche d'une relation très précise qui se présenterait sous la forme :

$$y = m P^n$$

n serait une constante voisine de -1. Nous ne commettons pas une grande erreur en conservant l'expression simple

$$y = \frac{a}{P}$$

et nous gardons le bénéfice de sa commodité.

3. Influence de la surface d'application. — Nous nous proposons de déterminer la variation de la quantité de vapeurs émises en fonction de la surface S qui reçoit un poids de P milligrammes de soufre trituré standard. A cette fin, nous avons apporté des poids variables de soufre

$$P_1 = 50 \text{ mg.}$$
$$P_2 = 100 \text{ mg.}$$
$$P_3 = 500 \text{ mg.}$$
$$P_4 = 2.000 \text{ mg.}$$

sur trois types de boîtes de Pétri de surface

$$S_1 = 16{,}6 \text{ cm}^2.$$
$$S_2 = 40{,}8 \text{ cm}^2.$$
$$S_3 = 66{,}5 \text{ cm}^2.$$

Chaque essai était répété quatre fois. Tous les échantillons ont été soumis à l'action de la chaleur à + 110° pendant 17 heures 30. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau suivant qui donne y soit le poids perdu pour 100 de la matière mise en œuvre dans les divers cas de l'expérience.

	s (cm²).		
P (mg).	16,6	40,8	66,5
50......	18	20	40
100......	12	29	34
500......	2	4	6,6
2.000......	0,7	1,5	2,05

Ces résultats permettent de calculer, dans l'expression $y = \frac{a}{p}$ la valeur moyenne de a :

s.	a.
16,6	1.030
40,8	2.225
66,5	3.200

La variation de a en fonction de S est de la forme : $a = m\text{S}$.

En déterminant graphiquement m on trouve : $m = 55$ qui correspond à une durée d'exposition de 17 heures 30 à une température de + 110°.

4. Durée d'action de la chaleur. — Des masses croissantes de soufre trituré ordinaire, réparties sur une même surface, sont soumises à l'action d'une température élevée constante, + 110°. Des pesées successives effectuées toutes les vingt-quatre heures, ont permis de déterminer, à la fin de chaque période, les pertes horaires pour cent de la masse à l'origine de cette période.

Poids initialement mis en œuvre.	Pertes horaires p. 100.			
	de 0 à 24 h.	de 24 à 48 h.	de 48 à 72 h.	de 108 à 132 h.
100 mg	1,30	1,54	1,34	–
200 mg	0,63	0,50	0,83	0,50
500 mg	0,033	0,036	0,046	0,06
1.000 mg	0,016	0,029	0,029	0,016
2.000 mg	0,010	0,009	0,010	0,011

Dans la limite des écarts expérimentaux, on peut admettre que les pertes horaires pour cent demeurent constantes à température constante jusqu'au moment où la répartition limite est atteinte (Cf. plus loin pour la signification de la répartition-limite). Elles égalent alors 100 et tout le soufre est volatilisé.

La relation générale devient alors, pour les expériences poursuivies à 110°

$$y \text{ horaire p. } 100 = \frac{55 \text{ S}}{17{,}5 \text{ P}} = \frac{3{,}14 \text{ S}}{\text{P}}.$$

5. Action de la chaleur. — Des séries de quatre échantillons de 200 milligrammes de soufre trituré ordinaire ont été soumises, dans les conditions précédentes à l'action des températures différentes pendant 48 heures. Les résultats permettent de constater que la variation de y = pertes p. 100 = $0{,}105 \times 1{,}05^{t}$ (fig. 2).

t.	y (observé).	y (calculé).
110°	30,6	27,6
95°	11,7	12,9
80°	6,9	6,03
65°	2,6	2,9

Tout se passe donc comme si l'émission des vapeurs par le soufre était un phénomène continu mais très peu sensible aux basses températures. Dans les conditions

ordinaires la température dépassant rarement 50°, les pertes de substance éprouvées par le soufre demeurent infiniment faibles.

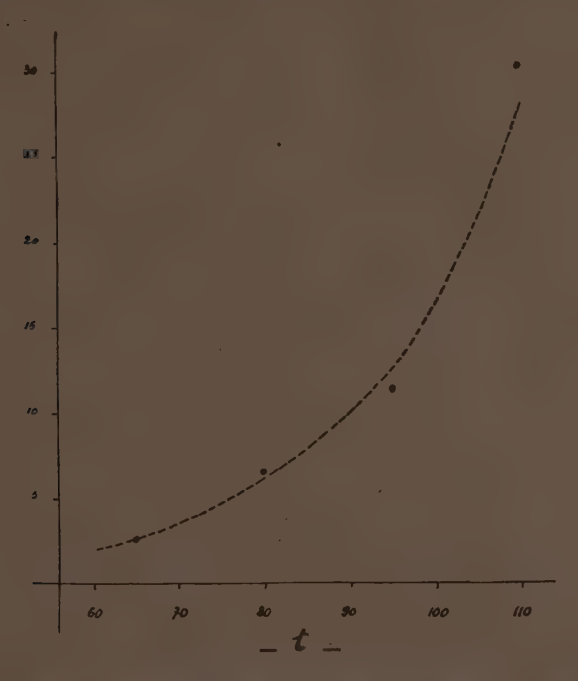


Fig. 2. — Pertes (en ordonnée) de 200 mg de soufre en fonction de la température

* * *

En résumé, et après avoir étudié successivement les conditions dans lesquelles s'effectuent les pertes de poids du soufre en fonction de

t : température.

S : surface recouverte (en cm^2).

P : poids mis en œuvre (en milligr.).

Et y = pertes pour cent de P observées dans une heure.

On peut écrire la relation :

$$y = \frac{W \times Z^t \times S}{P}.$$

Z est indépendant de la nature du soufre et il a été trouvé constamment égal à 1,05 pour le soufre trituré, le soufre sublimé, le soufre trituré ventilé, etc. *La faculté d'émission des vapeurs* d'un soufre donné serait alors définie par la loi générale.

$$y = \frac{W \times 1{,}05^t \times S}{P}.$$

et déterminé, en dernière analyse par le seul terme W. Il suffirait donc de déterminer W pour acquérir une notion utile à l'appréciation d'un soufre.

6. Notion de répartition-limite. — Lorsque dans un temps H heures la quantité de soufre volatilisée yH atteint la valeur 100 tout le soufre apporté est transformé en vapeur. yH peut atteindre 100 soit en faisant croître S, soit en diminuant P.

Soit à calculer la répartition-limite $\frac{P}{S}$ telle que le soufre apporté soit volatilisé en 100 heures à 110° (W' = 0,0134).

$$yH = 100 \; y = 100 \qquad y = 1$$

$$1 = 0{,}0134 \times 1{,}05^{110} \times \frac{S}{P}.$$

$\frac{P}{S}$ limite = 3 milligr. 62 par centimètre carré.

$\frac{P}{S}$ varie évidemment avec la température

t.	$\frac{P}{S}$ limite (100 h.) (mg par cm²).
110°.......	3,62
90°.......	1,29
70°.......	0,46
50°.......	0,17
30°.......	0,06

Dans la pratique, un soufrage apporte environ 50 kilos de soufre sur un hectare, ce qui correspond à P = 0 milligr. 5 par centimètre carré en assimilant grossièrement la surface du feuillage à un hectare. Cet apport correspondrait à une durée d'action de 8 jours à 30°. En réalité, l'irrégularité inévitable de l'application et la disparition du soufre par simple chute sur le sol sous l'action du vent et des chocs ne permettent pas de déterminer par ce moyen et avec certitude l'importance des quantités à appliquer.

Lorsque les quantités appliquées sont inférieures à $\frac{P}{S}$ limite, la quantité absolue de vapeur émise est proportionnelle à P.

Lorsque les quantités appliquées sont supérieures à $\frac{P}{S}$ limite, la quantité absolue de vapeur émise est indépendante de P.

Pratiquement, le feuillage de la même plante porte des organes plus chargés que $\frac{P}{S}$ limite et d'autres qui le sont moins. Quoiqu'il en soit, cette étude générale suggère quelques indications d'ordre pratique.

La surface couverte par le soufre est un facteur très important de son efficacité. Cette idée devrait orienter la construction des appareils d'épandage vers ceux qui couvrent la plus grande surface possible. Elle incite, d'autre part, à un dressage convenable de la main-d'œuvre. Le problème pratique à résoudre ne consiste pas à appliquer le plus rapidement possible 50 kilos de poudre sur un vignoble d'un hectare mais à couvrir avec cette quantité la plus grande surface possible du feuillage de ce vignoble d'un hectare.

La température d'action des soufres en plein champ est, en général, inférieure à + 55° et elle subit quotidiennement des variations de grande amplitude, les températures les

plus élevées n'étant maintenues que pendant peu de temps. On pensait que l'action du soufre commençait à + 18° ce qui irait à l'encontre des résultats que nous avons obtenus; s'il ne semble pas possible de concevoir l'existence d'un seuil, il est certain que le soufre est peu actif aux basses températures.

7. Analyse du W. — Dans ce qui précède, la surface couverte S, le poids de soufre apporté P, la température t définissent *le milieu* dans lequel l'action du soufre est étudiée. W est déterminé par les propriétés du soufre lui-même, ou du moins, par celles qui agissent sur l'émission des vapeurs.

L'analyse du W est plus difficile que celle de l'action du milieu et elle n'est d'ailleurs pas indispensable. Parmi les propriétés du soufre qui peuvent déterminer le W, il est possible d'envisager successivement la forme allotropique, la structure physique (finesse et forme des grains), la couleur. Les deux premières propriétés seront étudiées plus loin avec certains soufres remarquables.

La couleur des soufres et des poudres soufrées paraît être un facteur notable de leur action. Dans la relation qui paraît déterminer l'émission y p. 100 de vapeurs dans l'unité de temps :

$$y = \frac{W \times 1{,}05^t \times S}{P}.$$

t désigne la température du milieu (de l'étuve) qui est aussi, au bout de peu de temps, celle du soufre. Mais, dans les conditions de la pratique la température du soufre diffère plus ou moins de la température de l'air parce que les particules soufrées possèdent, à l'égard de la radiation solaire, un pouvoir absorbant qui varie avec leur couleur; les soufres s'échauffent d'autant plus vite qu'ils sont de couleur plus foncée et c'est ce que montre l'expérience suivante. Des quantités égales de diverses poudres sont introduites dans des tubes à essai semblables, un thermomètre étant plongé dans la masse; le tout est exposé au soleil; les indications du thermomètre sont lues avant et après le séjour au soleil.

	Température initiale.	Température finale.	Différence.
	—	—	—
Noir de fumée	29°	39°5	10°5
Soufre sublimé (jaune)	31°	34°	3°
Soufre noir (marron)	27°	37°5	10°5
Soufre natif (gris)	27°	34°5	7°5
Soufre trituré + 50 p. 100 de noir de fumée (noirâtre)	29°	39°	10°

Pour apprécier commodément ces différences on peut utiliser le dispositif suivant (fig. 3) : une lampe émettrice de rayons parallèles L projette un faisceau lumineux sur la surface de la matière à étudier, tassée dans une boîte en verre V; la lumière réfléchie est recueillie par une cellule photo-électrique P; l'intensité du courant développé est mesurée par un ampèremètre G. L'expérience a évidemment lieu dans une chambre noire.

Les résultats obtenus qui montrent que la quantité de lumière réfléchie décroît lorsque la couleur de la poudre tend vers le noir, sont en relation avec l'échauffement au soleil.



Fig. 3. — Couleur des soufres.
L, lampe. V, soufre soumis à l'épreuve. P, cellule photoélectrique. G, ampèremètre.

	LECTURE À L'AMPÈREMÈTRE.	ÉCHAUFFEMENT.
Éclairage direct	1400	–
Chaux	400	–
Carbonate de chaux	400	–
Soufre trituré (ventilé)	385	–
Soufre sublimé	350	+3
Soufre trituré	310	–
Trituré chargé 80 p. 100 de S	300	–
Soufre natif A	200	+7,5
Trituré chargé 50 p. 100 de noir de fumée	120	+10
Soufre noir	50	+10,5
Noir de fumée	10	+10,5

On s'explique ainsi que certains soufres très colorés, bien que présentant un W relativement faible, puissent manifester au vignoble une efficacité assez élevée. Le soufre est jaune, et il n'est pas possible de le noircir mais, lorsqu'il y a lieu de le mélanger à une charge inerte, il vaut certainement mieux que celle-ci soit de couleur foncée. Il ne faut cependant point exagérer l'importance de cette propriété physique des soufres qui n'ap-

paraît pas capable de modifier d'une manière très sensible les indications données par le W.

8. Autres propriétés utiles des soufres appréciables au laboratoire. — L'action des soufres sur l'oïdium ne dépend pas seulement du W mais encore d'autres propriétés qui ne modifient pas la faculté d'émission des vapeurs.

Adhérence. — La durée d'action des soufres est fonction de leur persistance sur le feuillage, laquelle dépend à la fois de leur volatilité et de leur adhérence aux organes. La volatilité intervenant peu aux températures ordinaires comme nous l'avons montré, la persistance des soufres dépend surtout de leur adhérence.

Nous avons déterminé l'adhérence des poudres en mesurant les pertes par entraînement de quantités déterminées (200 milligr.), appliquées d'une manière homogène sur des surfaces de 108 centimètres carrés en verre dépoli, exposées horizontalement à l'air par vent faible. L'expérience était arrêtée lorsque les pertes du soufre témoin (fleur de soufre standard) avaient atteint, à l'œil, une valeur déterminée. Des pesées successives donnaient les différences et déterminaient le coefficient d'adhérence c.

p étant le poids du soufre entraîné, on a :

$$c = \left(\frac{200 - p}{200}\right) 100$$

et, en affectant au soufre sublimé l'indice 100 nous avons eu la possibilité de comparer grossièrement l'adhérence C des divers types de soufre à l'adhérence du soufre sublimé. Les diverses valeurs de c données dans notre mémoire ne sont pas comparables entre elles.

L'analyse du déterminisme de cette propriété montre qu'elle est liée, d'une part, à la structure physique des soufres, en particulier à leur finesse (cf. soufres fins) et, d'autre part, aux conditions mêmes de l'application.

L'expérience suivante montre, en effet, que le soufre irrégulièrement réparti et formant des tas plus ou moins caractérisés, persiste plus longtemps que s'il est appliqué d'une manière homogène.

DIAMÈTRE des PARTICULES.	RÉPARTITION.	C.
0,062 m/m.	uniforme	0
0,062 m/m.	en tas	97
0,039 m/m.	uniforme	54
0,039 m/m.	en tas	96

Ce sont les applications massives, aboutissant à surcharger en soufre certains organes verts, qui manifesteraient ainsi une action plus durable. La détermination, même approximative, de l'adhérence des soufres en poudre apparaît alors comme un des éléments importants dans l'appréciation de leur efficacité.

Densité apparente. — Nous avons déterminé la densité apparente des poudres étudiées en pesant un volume donné de chaque matière non tassée, les produits étant au même état de siccité. Cet élément D est très important pratiquement parce qu'il se trouve que les quantités appliquées dans le vignoble augmentent en même temps que la densité apparente comme le montre le tableau suivant :

SOUFRES.	D.	QUANTITÉS APPLIQUÉES par traitement kilos/hectare.
Fleur de soufre standard	0,60	40
Fleur de soufre extra-légère	0,56	39
Soufre trituré standard	1,03	53

Tels sont les éléments principaux qu'il paraît utile de posséder avant de procéder à l'essai des soufres au vignoble pour expliquer les différences qui peuvent surgir dans l'efficacité respective des produits appliqués.

Coefficient d'émission des vapeurs : W. — On le détermine comme il a été dit, à l'étuve. Il ne nous semble cependant pas que les résultats obtenus possèdent une valeur absolue, chaque appareil (étuve) devant, ou à peu près, donner des chiffres particuliers. Il y aurait lieu, sans doute, de recourir à un appareil à grande capacité pour éviter le trouble qui résulte de la proximité des parois chauffantes. Dans les conditions dont nous avons dû nous satisfaire, il était nécessaire de placer les boîtes à des emplacements repérés et d'opérer sur quatre échantillons. Les résultats obtenus avec le même appareil restent par contre comparables et nous montrerons plus loin comment ils se relient à l'efficacité au vignoble.

Coefficient d'adhérence C. — Ce facteur paraît être un élément assez important de l'efficacité de soufres pour que sa détermination soit nécessaire.

Densité apparente D. — Sa détermination est de nature à expliquer certaines particularités observées au cours de l'application.

Il y aurait lieu d'ajouter à ces observations celles qui portent sur la *finesse* des poudres soufrées : ce point fera l'objet d'une étude particulière (cf. soufres fins).

IV. Expérimentation au vignoble des produits soufrés.

L'expérimentation au vignoble des produits soufrés présente les difficultés communes à toute expérimentation quelle qu'elle soit et offre par ailleurs certaines particularités dont il est nécessaire de tenir compte pour que l'expérience ait une signification. L'intention de l'expérimentateur étant de faire apparaître des différences dans l'efficacité des traitements appliqués, il n'est pas utile de rechercher la protection complète par l'un quelconque d'entre eux.

Observation des résultats. — Plusieurs procédés sont ici applicables et, pour être complet, il conviendrait de faire porter les observations sur le rendement (poids de la vendange), la qualité des produits (richesse en sucre des moûts), le poids des bois récoltés à la taille. L'observation d'un seul, ou de deux seulement, de ces éléments donnerait des résultats critiquables parce que ces variables culturales sont liées entre elles par des relations d'équilibre telles que toute variation de l'une d'elles retentit sur les deux autres.

En 1941 et 1942, nous n'avons pas pu pousser notre expérience jusqu'à ce point et nous avons limité nos investigations à l'observation de l'intensité de la maladie sur les parcelles d'essai. L'opération consiste à noter l'état sanitaire de chaque individu et à lui affecter une note de 0 à 5. L'époque la plus favorable est celle qui précède la véraison (fin juillet à Montpellier), alors que les baies sont encore herbacées et que toute trace d'oïdium est parfaitement perceptible. On obtient une note qui peut donc traduire soit *l'intensité de la maladie* (0 : pas d'oïdium; 5 : très fortement oïdié), *soit l'état sanitaire* (0 : très oïdié; 5 : pas d'oïdium). Les résultats doivent être relevés par une personne qui ignore le dispositif expérimental.

Nombre de souches. — On obtient ainsi, pour chaque individu, une note et la moyenne des notes données aux individus d'une parcelle peut définir l'état sanitaire de cette par-

celle. Des différences étant observées d'un individu à l'autre, la moyenne obtenue n'est significative que pour un nombre relativement élevé de résultats. Nous avons opéré sur dix (1942) et sur quinze individus (1941) dans nos quatre champs d'essais.

Dimensions des parcelles. — La dissémination des germes de la maladie est facile à partir des plantes envahies qui constituent des foyers permanents. L'interaction parcellaire est alors manifeste; elle s'exerce surtout sur le rang du bord des parcelles et fausse les résultats qui ne sont recueillis que sur des parcelles d'un seul rang. Il est donc indispensable de donner aux parcelles une largeur suffisante : cinq rangs suffisent, les observations portant sur la rangée médiane seulement, laquelle échappe, en général, à l'action des parcelles voisines lorsque celles-ci sont plus envahies.

Dans ces conditions, les parcelles d'essai sont constituées par cinq rangées de quinze à vingt individus. On ne gagne pas en précision, ni en sûreté, en étendant à l'excès les parcelles d'essai au sein desquelles il apparaît alors des différences sans aucun rapport avec le traitement appliqué et qui forment autant de causes d'erreur.

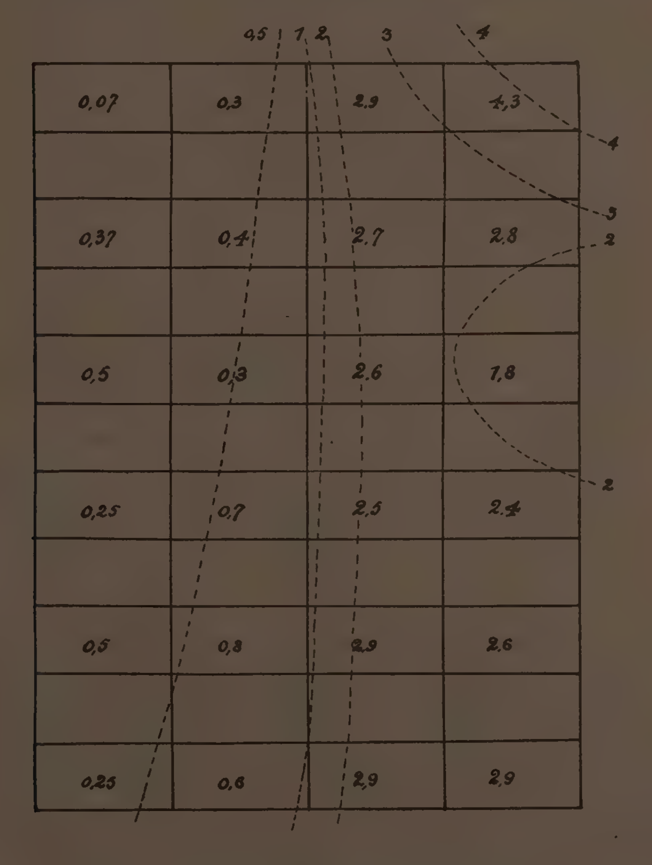


Fig. 4. — Plan d'un champ d'essais (Lavalette, 1942).

Les lignes en trait interrompu sont les courbes d'égale intensité de la maladie. Les nombres correspondent à l'intensité de la maladie dans chaque parcelle témoin défendue avec du soufre sublimé. Dimensions des parcelles : 7 m. 50 × 15 m.

Disposition des champs d'essais (*fig.* 5). — L'essai doit naturellement porter sur un cépage très sensible à l'oïdium et nous avons constamment utilisé des vignes de carignan, cépage qui redoute beaucoup la maladie. La vigne doit être homogène ; même dans ces conditions, le développement de la maladie est toujours irrégulier et il est possible de tracer dans les champs d'essais les courbes d'égale intenité de la maladie. Cette irrégularité résulte à la fois de particularités microclimatiques plus ou moins favorables à l'oïdium et de l'importance des invasions des années précédentes lesquelles laissent des traces dans les bourgeons en y créant ainsi des causes précoces de contamination. Elle impose l'obligation de disposer des témoins nombreux dans les champs d'essais et de répéter les traitements sur des parcelles différentes mais *deux répétitions* sont, en général suffisantes.

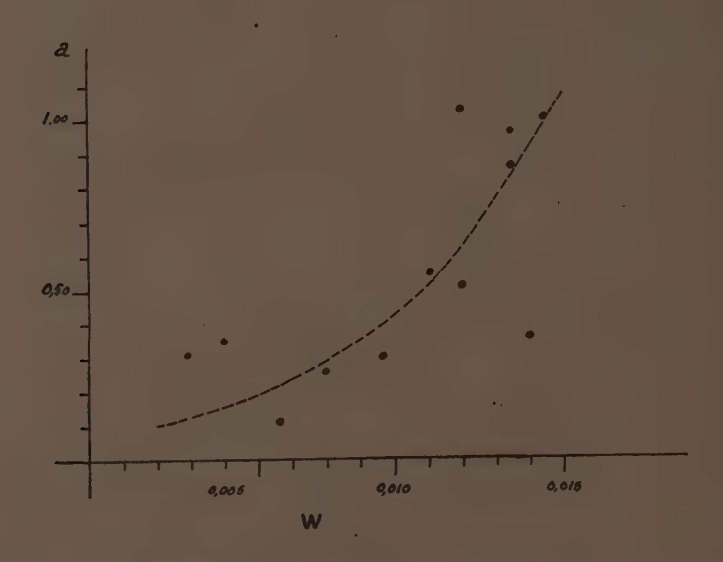


Fig. 5. — Relation entre *a* (activité au vignoble) et W (faculté d'émission des vapeurs) de 12 soufres du commerce.

Dans ces conditions, le champ d'essais est simplement divisé en parcelles de 5 × 15 individus et les applications ont lieu de telle manière que les témoins *encadrent* chaque traitement essayé. Au cours de notre travail, il s'agissait de juger la valeur relative des soufres et c'est l'un d'eux, le soufre sublimé standard, qui a été utilisé comme témoin. Une parcelle non traitée est utile pour suivre l'évolution de la maladie mais elle devient rapidement très dangereuse pour le reste du champ d'essais et doit, en général, recevoir des traitements avant la fin de l'expérience.

Interprétation des résultats. — Plusieurs méthodes ont été utilisées :

a. Dans chaque système de trois parcelles, constitué par une parcelle d'essai *e* enca-

drée par deux témoins t_1 et t_2 on note l'intensité de la maladie I. Soit le cas concret ci-après :

PARCELLES.	INTENSITÉ. de la MALADIE I.
t_1	2
e	4
t_2	2.8
tt $\frac{t_1 + t_2}{2}$	2,4
$\frac{e}{tt}$	1,67

On fait la moyenne des notes données aux parcelles t_1 et t_2 ce qui donne l'état sanitaire probable de la parcelle encadrée si elle avait reçu le même traitement ; la note de la parcelle d'essai e est alors comparée à celle de ce témoin théorique dans un rapport de l'essai au témoin, rapport qui est le résultat de l'expérience.

Cette méthode d'interprétation, tout en écartant bien des causes d'erreur, ne tient cependant aucun compte des quantités appliquées avec chaque ingrédient bien qu'il soit évident que la protection est d'autant plus complète que les quantités apportées sont plus abondantes. On pourrait y remédier en appliquant la même quantité sur chaque parcelle mais on ne vient pas à bout des difficultés qui en résultent parce que le matériel n'est pas susceptible d'un réglage précis et que les grandes différences observées dans la structure physique des poudres provoquent de considérables écarts de consommation. Nous avons donc abandonné en 1942 ce mode d'expression des résultats dont nous avions fait usage en 1941.

b. Dans nos essais de 1942 nous avons essayé de tenir compte des quantités appliquées et de l'influence de leurs variations sur l'interprétation des résultats.

Nous avons relevé, dans chaque groupe de trois parcelles, dont une parcelle d'essai encadrée par deux témoins, *l'état de santé moyen* et les quantités appliquées sur chacune d'elles. Soit le cas concret suivant :

PARCELLE.	ÉTAT DE SANTÉ.	QUANTITÉS APPLIQUÉES kilos/hectare.
t_1	3.2	78
e	2.7	106
t_2	2,2	82
tt $\frac{t_1 + t_2}{2}$	2,3	80

soit N le rapport de l'état de santé de la parcelle d'essai à l'état de santé du témoin théorique ; il vient $N = \frac{2,7}{2,3} = 1,17$. La première est mieux protégée que la seconde. Mais cette conclusion n'implique pas que le premier traitement soit plus efficace que le second. En effet, soit M le rapport des quanttés appliquées sur la parcelle d'essai aux quantités appliquées sur le témoin théorique ; on a $M = \frac{106}{80} = 1,33$. On ne sait plus si le meilleur état de santé de la parcelle e est le résultat de l'application d'un soufre différent ou celui d'une application plus massive.

Il est clair que, pour pouvoir comparer deux soufres avec exactitude, il serait nécessaire de connaître la forme de la variation de N (efficacité) en fonction de M (quantités apportées) mais l'expérience voulue n'a pas été faite. L'augmentation des quantités appliquées accroît l'efficacité en augmentant la surface couverte (S), d'une part, et d'autre part la

persistance, en créant sur certains organes des amas durables. N s'élève quand M croît. Nous avons supposé l'existence d'une relation simple telle que :

$$N = aM$$

dans laquelle a aurait la valeur d'un véritable *coefficient d'activité au vignoble*. Il serait plus rationnel de supposer une relation de la forme $N = f(\log M)$ mais nous n'avons pas les moyens de la préciser. D'ailleurs, il n'est peut-être pas indispensable de pousser aussi loin le souci de l'exactitude au cours de l'étude sommaire qui nous occupe.

Dans le cas concret envisagé $a = 0{,}81$ ce qui montre que le soufre appliqué sur la parcelle e est moins efficace que le soufre témoin. Bien entendu, nous avons fait la moyenne des coefficients a obtenus avec plusieurs répétitions d'un même traitement pour avoir une idée de la valeur de celui-ci.

Relation entre a *et* W. — Si le coefficient d'émission des vapeurs W correspond à autre chose qu'une vue de l'esprit, ses variations doivent retentir sur a. C'est ce que montre le tableau suivant :

N°.	SOUFRES.	a.	W.
1	Sublimé standard	1	0,0145
2	Spécial T. V. 80	0,98	0,0120
3	Fleur extra-légère	0,97	0,0135
4	Trituré standard	0,87	0,0134
5	Soufre noir S	0,55	0,0112
6	Soufre natif A	0,53	0,0120
7	Spécial T. 50	0,36	0,0140
8	Spécial T. 20	0,35	0,0050
9	Spécial T. 10	0,32	0,0038
10	Trituré chargé 80 p. 100 de S	0,30	0,0097
11	Spécial T. 30	0,27	0,0080
12	Trituré chargé 25 p. 100 de S	0,12	0,0066

En portant (fig. 5) en abscisses les valeurs de W et en ordonnées les valeurs correspondantes de a on trouve une relation qui satisfait grossièrement à la loi :

$$\log a = 80\ W - 1{,}16.$$

De notables écarts sont observés et il ne saurait en être autrement pour bien des raisons : les résultats proviennent de plusieurs champs d'essais difféents; W est un élément important mais n'est pas le seul facteur de l'efficacité des soufres; il ne tient compte ni de l'adhérence, ni de la couleur.

Cette corrélation entre a et W, bien qu'imparfaite, nous autorise à fonder quelque certitude sur la valeur de la méthode d'étude des soufres que nous avons utilisée au laboratoire et au vignoble. La forme même de la variation de a en fonction de W montre le très grand intérêt offert pour le perfectionnement des soufres par augmentation de W : la méthode d'étude des soufres au laboratoire que nous avons appliquée permet l'épreuve rapide d'un grand nombre de soufres et devrait rendre des services dans les laboratoires industriels.

V. Propriétés et conditions d'emploi des soufres (types commerciaux).

Des soufres assez nombreux ont été soumis à l'expérimentation mais la liste des types commerciaux n'est pas épuisée pour autant. La diversification des types initiaux (fleur de soufre, soufre en canons, etc.) s'est produite sous diverses influences : accroissement des possibilités industrielles, recherche des débouchés commerciaux inédits par la fabri-

cation des spécialités, exploitation des résidus industriels en faveur de l'agriculture, préférence affirmée des vignerons pour la commodité et la simplicité des traitements, etc. A ces causes diverses, s'est ajoutée depuis 1940, la nécessité d'obtenir des substantielles économies de soufre, celui-ci faisant plus ou moins défaut; cette nécessité a provoqué l'apparition de formules nouvelles. L'arsenal des produits soufrés actuellement connus des vignerons est donc assez fourni pour qu'une information expérimentale ne risque pas de manquer d'intérêt.

***

1. Le soufre sublimé. — Le soufre sublimé ou fleur de soufre est la première forme d'utilisation du soufre; il se présente sous deux formes :

Fleur de soufre ordinaire ou normale ou standard pour laquelle il n'existe pas de garantie de finesse. L'échantillon appliqué dans les essais contenait 99 p. 100 de soufre libre, 0,15 p. 100 d'eau, 1,10 à 0,20 p. 100 d'acidité exprimée en SO^4H^2, des produits minéraux divers.

Fleur de soufre extra-légère. — Finesse : 97 p. 100 au tamis n° 100; contient 99 p. 100 de soufre libre, etc.

La fleur de soufre ordinaire est la forme d'emploi du sublimé la plus fréquente, la fleur extra-légère est moins communément utilisée.

Les deux fleurs ont la même structure physique (fig. 6 et 7) et se présentent sous la



Fig. 6. — Fleur de soufre ordinaire (× 115).

forme d'utricules de taille variée, formés de grains sphériques soudés les uns aux autres. Elles ne diffèrent que par la taille des utricules, celle des grains demeurant à peu près

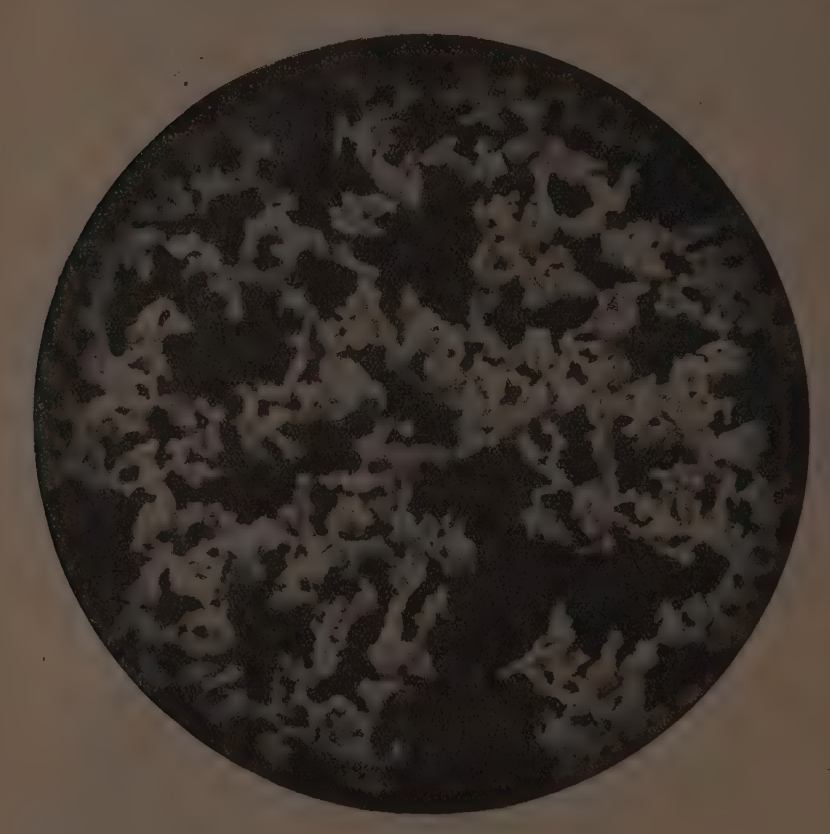


FIG. 7. — Fleur de soufre extra-légère (× 115).

constante en moyenne. Le tableau suivant rapporte des mesures micrométriques effectuées au microscope sur les particules des deux fleurs.

	FLEUR ORDINAIRE. — m/m.	FLEUR EXTRA-LÉGÈRE. — m/m.
Plus grande dimension moyenne des utricules	0,230	0,086
Diamètre moyen des grains	0,014	0,014

(L'ouverture de la maille du tamis n° 100 est 0 millim. 150.)

Il y a donc peu de différences dans la structure physique des deux soufres.

Adhérence. — C a été déterminé.

	C (1941). —	INDICE DE COMPARAISON 1941. —	1942. —
Fleur ordinaire	41	100	100
Fleur extra-légère	41	100	97

Il est identique dans deux séries d'échantillons étudiés en 1941 et 1942 et en relation avec la finesse vraie, celle des grains, qui est aussi la même dans les deux cas.

Densité apparente et quantités appliquées. — Les mesures effectuées donnent les résultats ci-après :

	D.	QUANTITÉS APPLIQUÉES K/Ha. 2 traitements.	M.
	—	—	—
Fleur ordinaire 1	0,6	81	1
— — 2	0,6	85	1
— extra-légère 1	0,56	58	0.72
— —	0,56	71	0,84

La différence constatée dans la densité est relativement faible mais elle retentit nettement sur les quantités appliquées : la fleur extra-légère « passe » difficilement dans les poudreuses.

Émission des vapeurs. — La détermination du W donne des résultats qui varient avec l'âge des échantillons.

	VALEUR DE W.	
	FLEUR standard.	FLEUR extra-légère.
	—	—
Echantillons frais	0,0118	0,0092
Après 40 jours à la lumière à 25°	0,0145	0,0135

Deux observations peuvent être faites : la fleur standard et la fleur extra-légère émettent d'autant plus de vapeur qu'elles sont plus anciennes ; d'autre part, la fleur extra-légère est moins volatile qu'une fleur ordinaire de même âge.

Ces différences paraissent liées à la proportion de soufre soluble dans le sulfure de carbone et de soufre insoluble dans ce corps. La proportion de ces deux formes de soufre a été déterminée dans le soufre sublimé ordinaire et dans la fleur extra-légère en réalisant quatre contacts successifs de trente minutes de 1 gramme de soufre avec 10 centimètres cubes de sulfure de carbone. La séparation des matières non dissoutes est obtenue par centrifugation et le soufre soluble est recueilli après évaporation du CS^2.

	SOUFRE INSOLUBLE P. 100.	
	FLEUR ordinaire.	FLEUR extra-légère.
	—	—
Échantillons frais	30	43.5
Après 40 jours à la lumière à 25°	19,3	24,4

Les échantillons provenant d'une fabrication récente sont plus riches en soufre insoluble ; il en est de même de la fleur extra-légère relativement à la fleur standard.

La proportion de soufre insoluble varie donc comme le W. Nous avons ainsi été conduits à envisager l'activité comparée (le W) du soufre insoluble et du soufre soluble, séparés comme il a été dit à partir de la fleur de soufre ordinaire. Le soufre insoluble se présente alors sous la forme d'une poudre très fine passant en totalité au tamis

n° 200; le soufre soluble, déposé en gros cristaux, a été broyé et tamisé à la maille 200. 100 milligrammes portés à l'étuve ont perdu :

	PERTES DE POIDS.
Soufre soluble dans le CS^2	23
Soufre insoluble dans le CS^2	21

La différence observée n'est pas significative mais on ne saurait conclure à l'équivalence de ces deux formes du soufre car l'extrême finesse du soufre soluble a gêné son activité (Voir à soufres fins) et on doit probablement admettre que

W du soufre soluble $>$ W du soufre insoluble.

Dans ces conditions, l'emploi des fleurs fraîches ne serait pas recommandable; pratiquement, cette observation manque d'intérêt parce que la transformation du soufre insoluble en soufre soluble s'effectue assez rapidement dans les conditions ordinaires du stockage; elle réclame tout de même plusieurs semaines. Une expérience nous a montré qu'elle était toujours moins avancée au milieu des sacs ou des tas.

Les différences observées ainsi entre la fleur extra-légère et la fleur ordinaire sont assez inattendues. Elles sont confirmées par l'essai au vignoble.

Action des fleurs de soufre au vignoble. — Elle a fait l'objet, en 1942, d'un travail qui a porté sur deux groupes de parcelles dans lesquelles la fleur ordinaire constitue le témoin.

	N.	M.	*a*.
Groupe I	0,71	0,72	0,99
Groupe I'	0,79	0,83	0,95

ce qui donne les valeurs moyennes de *a* suivantes :

Fleur de soufre ordinaire, $a = 1$
Fleur de soufre extra légère, $a = 0{,}97$.

Conclusion. — Il est incontestable que l'emploi de la fleur extra-légère conduit à de notables économies de soufre; lorsque les quantités appliquées sont égales, ainsi que toutes autres choses, l'action de la fleur extra-légère sur l'oïdium de la vigne est au plus égale sinon inférieure, à celle de la fleur de soufre ordinaire.

Dans ces conditions, les applications de fleur extra-légère paraissent devoir être réservées aux cépages peu sensibles à la maladie ou aux climats très chauds, favorables à l'action du soufre. Il ne semble pas qu'elle puissent donner des résultats égaux aux applications de fleur ordinaire en permettant une économie dans les matières appliquées.

*
* *

2. Le soufre trituré. — On sait que le soufre trituré provient du broyage du soufre brut. Le type standard contient 97 à 99 p. 100 de soufre pur; sa finesse est caractérisée

par un refus inférieur à 1 p. 100 au tamis n° 100; il est constitué par des éléments polyédriques de dimensions variées (fig. 8).



Fig. 8. — Soufre trituré ordinaire (× 115).

Sa comparaison avec la fleur de soufre ordinaire a donné les résultats suivants :

Adhérence. — C a été déterminé dans une expérience.

	C.	INDICE DE COMPARAISON.
	—	—
Sublimé standard	71	100
Trituré standard	95	134

Le soufre trituré est donc beaucoup plus adhérent que le soufre sublimé et cette qualité est la conséquence de sa teneur relativement élevée en éléments fins comme le montre l'analyse granulométrique (voir à soufres fins).

Densité apparente et quantités appliquées. — Sa densité est très différente de celle de la fleur de soufre.

	DENSITÉ APPARENTE.	QUANTITÉS APPLIQUÉES 3 traitements/Ha.	M.
	—	—	—
Sublimé standard	0,6	80 kilos	1
Trituré standard	1,03	106 kilos	1,32

Les quantités appliquées sont aussi très différentes et les poudreuses ordinaires consomment, pour un même travail, environ 30 p. 100 de soufre de plus avec le soufre trituré ordinaire.

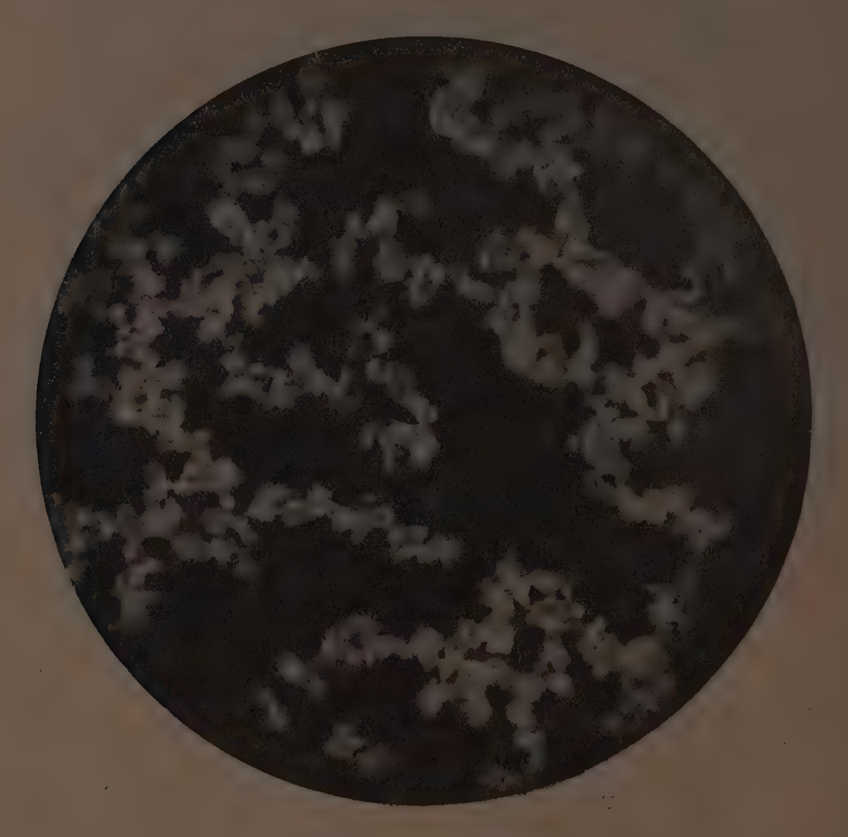


FIG. 9. — Soufre trituré ventilé (maille 150) (× 115).

Émission des vapeurs. — Elle a été déterminée par la méthode décrite :

	W.	INDICE DE COMPARAISON.
	—	—
Sublimé standard	0,0145	100
Trituré standard	0.0134	92.5

Le trituré serait donc le moins actif, ce que confirment les *résultats obtenus au vignoble* au cours des deux années d'expériences.

	N.	M.	a.
	—	—	—
(1) Trituré Standard................	1,3	1,33	0,97
(2) Trituré Standard................	1,02	1,34	0,76

La valeur moyenne de *a* est 0,87.

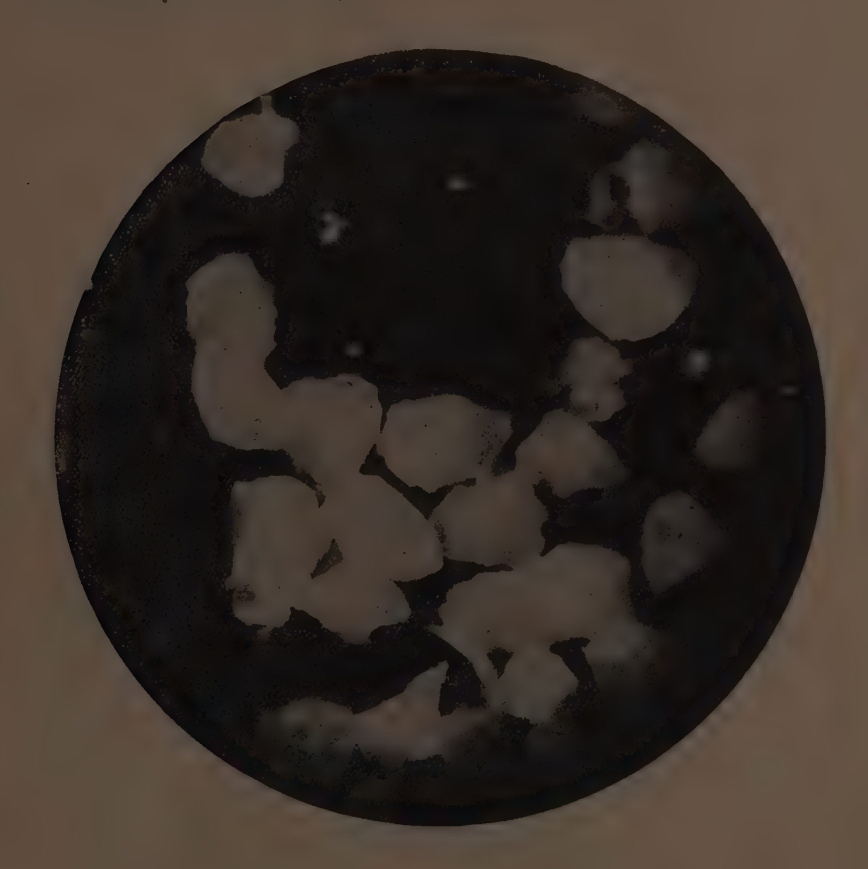


Fig. 10. — Soufre trituré. Éléments *b* refusés par le tamis n° 150 (× 115).

Conclusion. — Dans l'esprit des praticiens le soufre trituré est tenu pour moins efficace que le soufre sublimé; il est réservé à la protection des cépages qui redoutent peu l'oïdium et aux situations climatiques dans lesquelles le soufre agit vivement parce qu'il fait chaud.

Les expériences poursuivies en 1941 et 1942 confirment et justifient cette façon

de voir. On peut y ajouter la probabilité d'une action plus durable (en l'absence de pluies) des soufres triturés.

* * *

3. Le soufre trituré ventilé. — A partir d'un soufre trituré ordinaire, les particules les plus petites peuvent être séparées par ventilation ou par tamisage. La forme com-

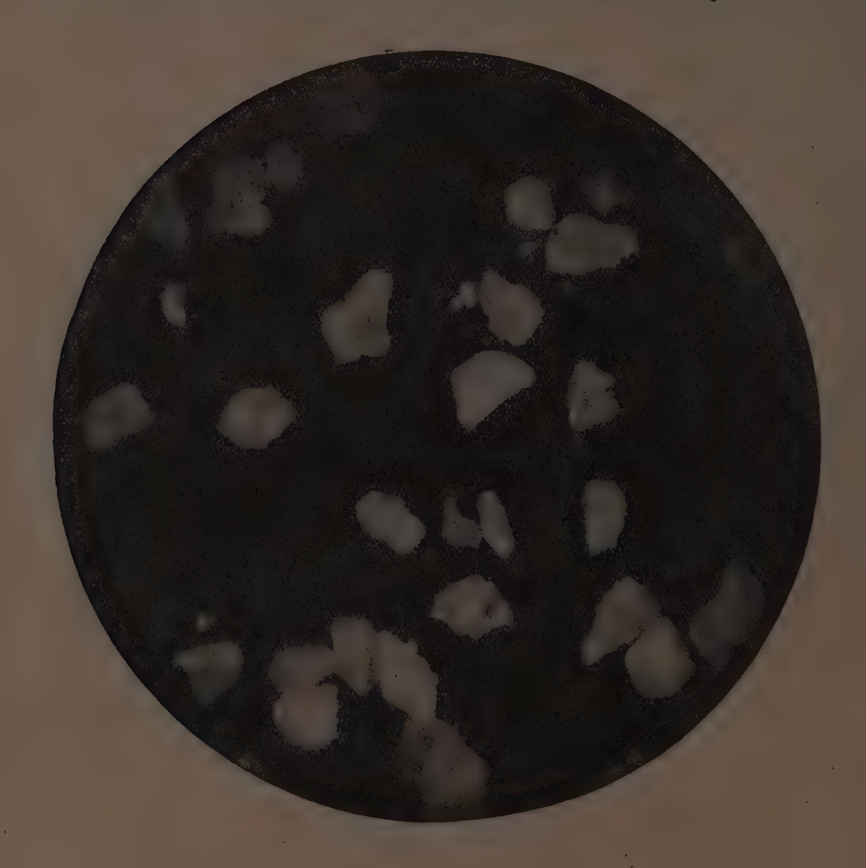


Fig. 11. — Soufre trituré. Éléments c refusés par le tamis n° 200 (× 115).

merciale de ces soufres triturés fins est *le soufre trituré ventilé* qui doit comprendre 99 p. 100 de soufre pur et présenter un refus inférieur à 3 p. 100 au tamis n° 150. Son aspect est donné par la figure 9.

Finesse des soufres. — Cette manière légale de caractériser la finesse des soufres ne donne qu'une idée approximative de la taille des particules car les soufres triturés sont

formés par un ensemble variable d'éléments de dimensions décroissantes depuis la maille du tamis utilisé comme le montrent les exemples suivants :

	TRITURÉ STANDARD.	TRITURÉ VENTILÉ
a. Refus au tamis n° 120	1,5	0
b. Refus du reste au tamis n° 150	16,1	0,2
c. Refus du reste au tamis n° 200	21,0	4,2
d. Refus du reste au tamis n° 300	14,0	18,5
e. Reste passant au tamis n° 300	45,8	75,9
TOTAL	98,4	98,6

Voir figures 10, 11, 12 et 13.



FIG. 12. — Soufre trituré. Éléments *d* refusés par le tamis n° 300 (× 115).

Les tamis utilisés correspondraient aux mailles ci-après :

N° DU TAMIS.	DIM. DES MAILLES en m/m.
100	0,150
120	0,125
150	0,100
200	0,075
300	0,050

Sans commettre une grande erreur, nous pouvons considérer les particules passant au tamis T_1 de maille m_1 mais refusées au tamis T_2 de maille $m_2 < m_1$ comme ayant une dimension moyenne D telle que

$$D = \frac{m_1 + m_2}{2}.$$

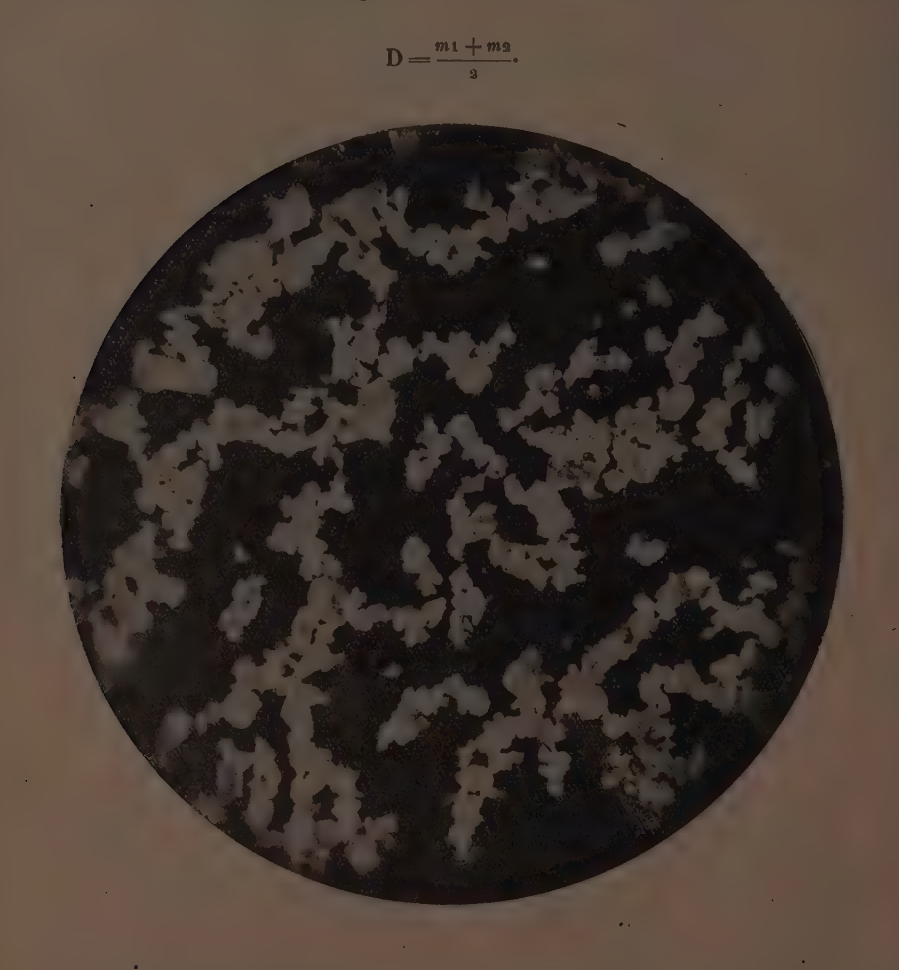


Fig. 13. — Soufre trituré. Éléments *e* acceptés au tamis n° 300 (× 115).

Il vient alors le tableau ci-après :

ADMIS.	REFUSÉ.	DIM. MOYENNE des particules.	LOT.
—	—	—	—
Tamis n° —	120	0,1375 m/m.	*a*
— 120	150	0,1125	*b*
— 150	200	0,0875	*c*
— 200	300	0,0625	*d*
— 300	–	0,0375 (?)	*e*

La formule de Mellor donne des résultats voisins dans les quatre premiers lots.

En portant en abscisse les dimensions des particules du système et en ordonnée la somme des poids des lots de particules de dimensions successives, exprimée en centièmes du poids total, on obtient la figure

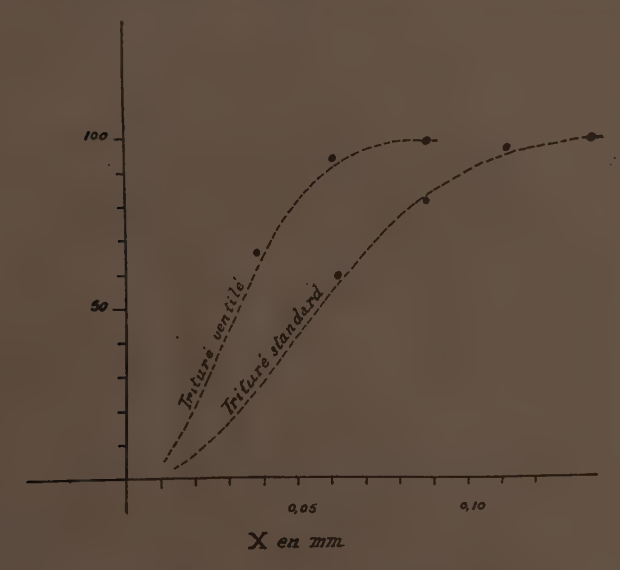


Fig. 14. — Résultat de l'analyse granulométrique de deux soufres.
En abscisse, taille des particules.
En ordonnée, somme des poids des particules de taille au plus égale à X.

Soit alors : y poids exprimé en centièmes du poids total des particules de taille au plus égale à X millimètres. On a la relation

$$\log. \frac{100 - y}{100} = -\mathrm{K}\,\mathrm{X}^2.$$

Dans les deux exemples cités on trouve pour les valeurs de K (X étant exprimé en millim.).

	[illegible]
	—
Trituré standard....................	97
Trituré ventilé....................	100

K s'élève lorsque la finesse croît. La figure montre à la fois les courbes calculées et les points déterminés par le tamisage.

Cette relation se vérifie toutes les fois que le soufre soumis à l'analyse granulométrique résulte de la trituration ou de la ventilation; elle ne correspond plus à la réalité chez un soufre trituré dit « ventilé » obtenu par élimination au tamisage des particules grossières d'un soufre trituré ordinaire. Cette remarque montre que la simple indication légale du refus à un tamis grossier (n° 100 ou 150) ne suffit pas pour préciser la finesse d'un soufre qui, passant au tamis 200, peut cependant être plus grossier qu'un autre soufre offrant un certain refus au tamis n° 150 par exemple. Dans le même ordre d'idées, des refus semblables à un tamis donné peuvent correspondre à des finesses réelles très différentes.

Des informations précises sur ce point ne peuvent donc être obtenues que par une analyse granulométrique mettant en œuvre une série de trois tamis au minimum ou employant d'autres procédés de classement des particules. Cette technique est inapplicable aux fleurs de soufres dont l'étude exige l'emploi du microscope; elle donne des résultats critiquables avec les soufres hétérogènes (soufres natifs enrichis, soufres précipités), soufres sulfatés, soufres recevant des charges diverses, etc.). C'est ce que montre l'étude complète d'un soufre natif enrichi.

	PARTICULES > 0,050 m/m.	PARTICULES < 0,050 m/m.	TOTAL.
Produit total	476	524	1000
Soluble au CS^2	214	288	502
Non-soufre soluble au CS^2	11,5	14,4	25,9
Soufre libre	202,5	273,6	476,1
Soufre p. 100 du soufre total	42,6	57,4	100
Non soufre	273,5	250,4	523,9
Non-soufre p. 100 du non-soufre total	52,2	47,8	100

Finesse du produit total .... K = 129
— du soufre libre .... K = 158
— du non-soufre .... K = 113

Cette expérience montre que lorsque le soufre est trituré avec des matières plus dures que lui (terre du minerai), il acquiert une finesse plus grande que celle de ces matières. De telles analyses sont donc utiles pour préciser la structure physique des soufres impurs à quoi ne peut prétendre la simple indication de la taille des particules les plus grossières.

Émission des vapeurs et taille des particules. — En soumettant à l'action de la chaleur des lots de soufre trituré constitués par des particules de même diamètre, on obtient les résultats suivants estimés en valeur de W :

DIMENSIONS MOYENNES DES PARTICULES EN m/m.	W.	S.
0,1375	0,0114	1
0,1125	0,0129	1,22
0,0875	0,0135	1,57
0,0625	0,0145	2,20
0,0375	0.0107	3,70

Or, lorsque le diamètre des particules *d'un même poids* de substance passe de *n* à *n'*

la surface totale des particules passe de S à $\frac{nS}{n'}$. Quand n décroît S croît. Les valeurs relatives de S sont portées dans le même tableau.

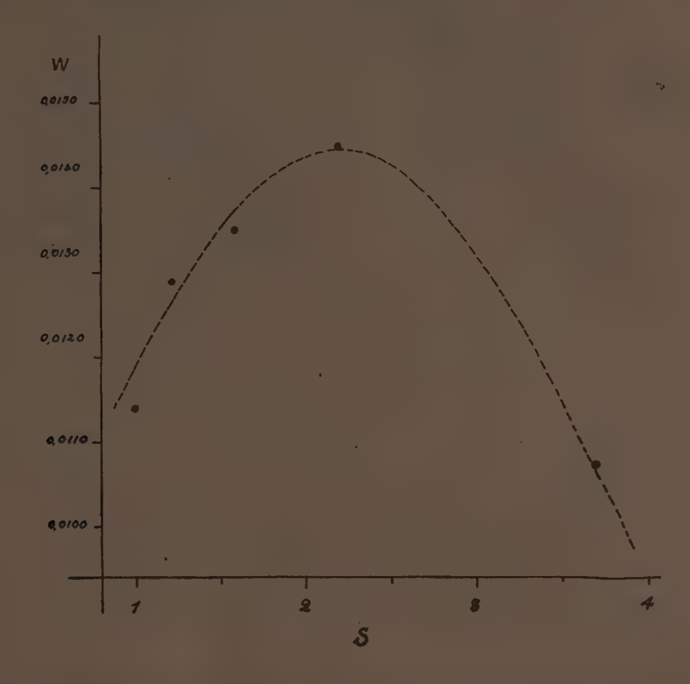


Fig. 15. — Émission des vapeurs W en fonction de la surface S des particules d'un poids donné.

Ces résultats, rappelés par la figure 15, montrent que lorsque les dimensions des particules d'un poids donné de soufre vont en décroissant, la quantité de vapeur émise, à une température déterminée et toutes autres choses égales, croît, passe par un maximum puis décroît. Le maximum paraît être obtenu avec des particules d'arête 0 millim. 060 environ passant au tamis n° 200 mais refusées par le tamis n° 300.

On conçoit parfaitement l'action favorable de la division du soufre en grains de plus en plus petits parce que la surface d'émission des vapeurs est ainsi accrue mais ce facteur n'est pas le seul qui intervient. Les particules refusées par le tamis n° 200 s'étalent facilement en couche mince dont tous les grains sont isolés ou à peu près isolés; par contre, les particules plus petites présentent une aptitude qui croît d'une manière inversement proportionnelle à leur taille, à se réunir en amas plus ou moins volumineux qui peuvent se dissocier mais qui se reconstituent immédiatement. Cette attraction peut être vue comme un phénomène électrique et aussi comme une action interparticulaire s'exerçant entre des masses de faible volume lorsque la distance qui les sépare devient très petite.

Le phénomène est plus ou moins marqué selon la forme des particules; les particules polyédriques forment des amas très compacts mais il n'en est pas de même des particules sphériques qui, tout en se réunissant, ont des contacts beaucoup moins étroits; nous avons ainsi comparé les particules polyédriques d'un soufre trituré ordinaire et le

particules sphériques d'un soufre obtenu par un procédé spécial (soufre dit micronisé). Les deux lots passent au tamis n° 300.

	W.
Trituré ventilé polyédrique <0,0375 m/m.	0,0107
Soufre micronisé sphérique <0,0375 m/m.	0,0216

L'activité de ce soufre fin sphérique serait remarquable; celui que nous avons essayé est un soufre américain mais les résultats ainsi obtenus n'ont pu être contrôlés au vignoble parce que nous ne disposions pas de la quantité de soufre exigée par une expérience en plein champ.

Adhérence. — L'adhérence des soufres dépend étroitement de leur finesse; c'est ce que montrent les tableaux suivants qui résument deux expériences faites comme il a été dit :

Tableau I.

DIM. MOY. DES PARTICULES m/m.	C.
0,0875	3
0,0375	74

Tableau II.

DIM. MOY. DES PARTICULES m/m.	C.
0,1250	0
0,0875	0
0,0625	4
0,0375	54

Les soufres se montrent d'autant plus adhérents qu'ils sont plus fins, soit parce que les particules se logent dans les anfractuosités des organes et entre les poils, soit encore parce que l'action interparticulaire signalée plus haut s'exerce aussi entre les particules et le substratum.

Autres propriétés des soufres triturés fins. — Le soufre trituré ventilé du type standard présente certains inconvénients dont le principal est la tendance au mottage au cours du stockage. Cette difficulté est vaincue, soit se conservant à la masse une certaine humidité et en la destinant à l'emploi en suspension aqueuse (soufres mouillables), soit en ajoutant une charge inerte au soufre pur. Nos expériences au vignoble n'ont pas comporté l'essai en poudrages de soufre trituré ventilé pur.

Addition d'une charge aux soufres fins. — Nous avons constitué des mélanges de talc et de soufres fins. Les deux constituants ont été préalablement tamisés au tamis n° 300. Les résultats suivants ont été obtenus :

	POIDS TOTAL.	POIDS du S mg.	PERTES TOTALES mg.	PERTES DU SOUFRE mg.	PERTES (1) p. 100 DU POIDS total.	PERTES (1) p. 100 DU SOUFRE.
Talc pur	100	0	9	0	0	0
Soufre pur	50	50	21	21	42	42
Soufre pur	100	100	24,9	24,9	24,9	24,9
Talc 50 + S. 50	100	50	27	22	23	46

(1) Pertes de soufre.

Si on désigne par W_1 le W du produit brut en le considérant comme constitué entièrement par du soufre, et par W_2, le W du soufre mis en œuvre considéré comme s'il était seul, on obtient le tableau suivant :

	W_1.	W_2.
Talc pur	0	0
Soufre pur (50 mg.)	0,0085	0,0085
Soufre pur (100 mg.)	0,0099	0,0099
Mélange (50 + 50)	0,0094	0,01 8

Plusieurs observations sont possibles :

1° Le W du mélange 50 — 50 (W_1) est presque aussi élevé que le W du soufre pur;

2° Le W du soufre du mélange 50 — 50 (W_2) est un peu plus élevé que le W du soufre pur à même densité d'application.

Cette expérience tendrait à faire apparaître une influence de la charge inerte favorable à l'émission des vapeurs mais elle ne suffit pas pour que cette proposition puisse être affirmée. Il est, par contre, possible de constater que la charge n'a pas eu d'action nuisible à l'action du soufre.

Étude particulière d'un soufre ventilé chargé spécial. — On a étudié plus complètement en 1942 un soufre trituré ventilé chargé spécial (m. 150 contenant 80 p. 100 de soufre libre).

Densité apparente. — Elle a été mesurée par le procédé décrit.

	DENSITÉ.	Q. APPLIQUÉES.
Sublimé standard	0,6	1
Trituré ventilé standard	0,75	»
Trituré ventilé 80 p. 100 S. spécial	0,82	1,02

Ce mélange est à peu près aussi économique que le soufre sublimé ordinaire.

Adhérence. — L'addition d'une charge diminue l'adhérence comme le montre le tableau ci-après :

	C.
Sublimé standard	71
Trituré ventilé pur	97
T. vent. 80 p. 100 S. spécial	81,5

Le choix d'une charge convenable permettrait sans doute d'atténuer ce défaut; le soufre trituré ventilé chargé, moins adhérent que le soufre trituré ventilé pur, reste néanmoins plus adhérent que la fleur de soufre normale.

Emission des vapeurs. — Les résultats suivants ont été obtenus :

	W.
Soufre sublimé standard	0,0145
Soufre trituré ventilé pur	0,0129
Soufre trituré ventilé chargé 80 p. 100 S	0,0120

Action au vignoble. — Le tableau ci-après peut être dressé avec les résultats obtenus au vignoble.

	N.	M.	a.
(1) Trituré ventilé 80 p. 100 S. spécial.....	1	0,98	1,02
(2) Trituré ventilé 80 p. 100 S. spécial.....	1,01	1,06	0,95

La valeur moyenne de *a* est 0,98.

Ces résultats montrent que l'efficacité de ce produit se rapproche de celle de la fleur; ils sont meilleurs que ceux que la valeur de W laisserait prévoir, probablement parce que le soufre spécial expérimenté est nettement plus adhérent que la fleur.

Conclusions.

L'expérience montre qu'il n'est pas possible d'accroître l'efficacité des soufres triturés en recherchant une très grande finesse.

Les soufres triturés ventilés purs ne constituent pas une bonne forme d'emploi du soufre en poudrages. Par contre, ils conviennent à la fabrication de soufres faiblement chargés et, comme cela sera vu plus loin, à celle des soufres dits mouillables à utiliser en suspension aqueuse.

*
* *

4. Les soufres triturés chargés. — Dans les circonstances ordinaires les soufres purs (sublimé et trituré) étaient seuls utilisés dans l'immense majorité des cas de la pratique viticole. La pénurie marquée des produits soufrés a attiré l'attention des praticiens et des industriels sur les soufres chargés constitués par le mélange d'une charge inerte et d'une quantité donnée de soufre.

Ces soufres triturés chargés diffèrent par la proportion de soufre qu'ils contiennent, par la nature de la charge et par les conditions dans lesquelles les mélanges sont réalisés. La charge peut, en effet, être ajoutée au soufre et dispersée au sein de la masse dans un mélangeur (soufres chargés par dispersion); le mélange peut résulter de la trituration en commun des quantités voulues de soufre et de matières inertes; elle peut encore être réalisée par le mélange de celles-ci et de soufre fondu qui réalise une imprégnation par le soufre du support inerte.

a. *Soufres chargés par dispersion.*

Nos études ont permis de comparer les produits suivants :

1° Soufre trituré standard;

2° Soufre trituré chargé contenant 80 p. 100 de soufre libre;

3° Soufre trituré chargé contenant 50 p. 100 de soufre libre;

4° Soufre trituré chargé contenant 25 p. 100 de soufre libre.

La charge était constituée par du carbonate de chaux broyé.

Densité. — L'expérience a donné les résultats suivants :

	DENSITÉ.
Fleur standard	0,06
Trituré standard	1,03
Trituré chargé 80 p. 100 S	1
Trituré chargé 50 p. 100 S	1,02
Trituré chargé 25 p. 100 S	1,03

L'addition de cette charge n'a pas modifié sensiblement cette propriété du soufre trituré.

Adhérence. — On a obtenu les différences ci-après :

	C.
Fleur stantard	71
Trituré standard	95
Trituré chargé 80 p. 100	77
Trituré chargé 25 p. 100	82,5

La charge introduite (CO^3Ca) a diminué nettement l'adhérence du trituré ; à cet égard, le choix de la charge n'est pas indifférent et il y a lieu de rechercher sa finesse.

Emission de vapeur. — Voici les valeurs de W qui ont été déterminées :

	W.	INDICE.
Sublimé standard	0,0145	100
Trituré standard	0,0134	92,5
Trituré chargé 80 p. 100 S	0,0097	66,7
Trituré chargé 50 p. 100 S	0,0087	60
Trituré chargé 25 p. 100 R	0,0066	45,5

L'introduction d'une charge inerte diminue la quantité de vapeurs émises d'une manière à peu près proportionnelle à la quantité de non soufre contenue dans le produit total. La charge modifie donc défavorablement l'efficacité probable des soufres purs.

Action au vignoble. — Les résultats sont réunis dans le tableau qui suit :

	N.	M.	*a.*
1. — Trituré standard	1,3	1,33	0,97
2. — —	1,02	1,34	0,76
Moyenne	—	—	0,87
1. — Trituré chargé 80 p. 100 S	1,28	3,35	0,38
2. — — —	0,59	2,88	0,21
Moyenne	—	—	0,30
1. — Trituré chargé 25 p. 100 S	0,27	1,69	0,16
1. — — —	0,05	0,82	0,06
Moyenne	—	—	0,11

Pour ces sortes de soufres, chargés par dispersion, et sous réserve des modifications que pourrait présenter l'apport de charges d'une nature différente, on peut conclure

de ce qui précède que l'efficacité d'un soufre chargé décroît très rapidement même pour de faibles quantités de matières inertes ajoutées (voir fig. 16).

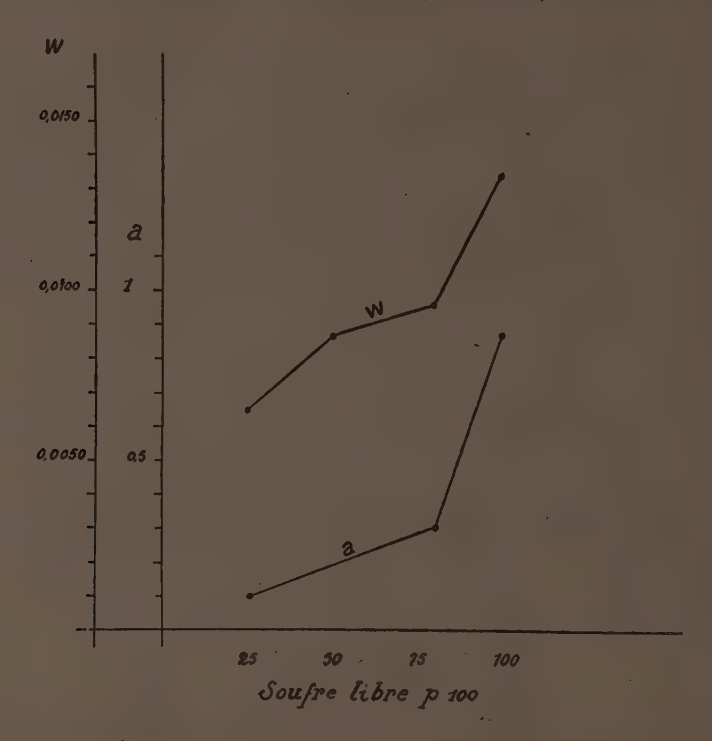


Fig. 16. — Émission comparée des vapeurs W et activité *a* au vignoble de soufres inégalement chargés.

b. *Soufres chargés par imprégnation.*

Le soufre de ce type que nous avons étudié est un soufre spécial T dans lequel la charge est constituée par une bentonite.

Les résultats expérimentaux sont réunis dans un même tableau qui comprend D (densité apparente), *c* (adhérence) et W (émission de vapeur).

	D.	C.	W.
Sublimé standard	0,60	71	0,0145
T. à 50 p. 100 de S	0,96	80	0,0140
T. à 30 p. 100 de S	1,00	70	0,0080
T. à 20 p. 100 de S	1,00	62	0,0050
T. à 10 p. 100 de S	0,93	50	0,0038
Bentonite témoin	0,81	0	0

La densité apparente des mélanges est bien supérieure à celle du soufre sublimé; les quantités appliquées en plein champ sont aussi beaucoup plus élevées. L'adhérence est inférieure à celle de la fleur de soufre pour les mélanges qui contiennent moins de 50 p. 100 de soufre.

L'émission des vapeurs est à peu près égale à celle de la fleur pour les mélanges contenant 50 p. 100 de soufre libre.

Action au vignoble. — Elle est résumée par le tableau suivant :

	N.	M.	a.
T. 50 p. 100 de S.	1,04	2,9	0,36
T. 30 p. 100 de S.	0,92	3,4	0,27
T. 20 p. 100 de S.	0,96	2,7	0,35
T. 10 p. 100 de S.	0,90	2,8	0,32

Comparaison avec les soufres chargés par dispersion. — La comparaison des deux types donne les résultats suivants au laboratoire et au vignoble.

TENEUR EN SOUFRE LIBRE P. CENT.	W.		a.	
	DISP.	IMPRÉG.	DISP.	IMPRÉG.
Soufre pur (trituré)	0,0134	0,0134	0,87	0,87
80	0.0097	–	0,30	–
50	0,0087	0,0140	–	0,36
30	–	0,0080	–	0,27
25	0,0066	–	0,11	–
20	–	0,0050	–	0,35
10	–	0,0038	–	0,32

Ces résultats peuvent être réunis sur un même graphique qui donne W en fonction de la teneur en soufre libre pour des soufres chargés par les deux procédés (fig. 17).

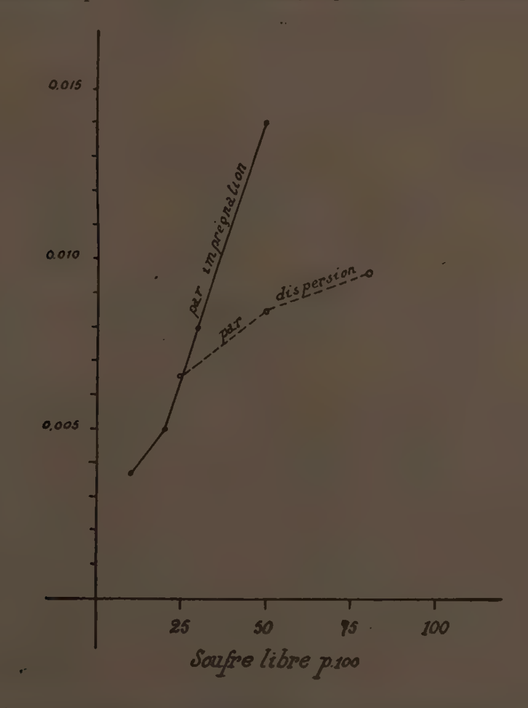


Fig. 17. — Émission comparée des vapeurs par deux soufres chargés l'un par dispersion, l'autre par imprégnation.

L'émission de vapeurs (W) par les soufres obtenus par imprégnation est plus grande que chez les soufres obtenus par dispersion sauf pour les soufres contenant environ 25 p. 100 de soufre libre; dans les mélanges plus pauvres le soufre peut se loger dans les anfractuosités de la bentonite imprégnée et offrir alors une moindre surface de contact avec l'air que dans un système dispersé.

Au vignoble, l'imprégnation est plus favorable à l'action des soufres que la simple dispersion.

*
* *

5. Les soufres natifs enrichis. — Les minerais extraits des mines françaises de soufre sont trop pauvres en soufre libre pour être directement utilisés à la protection du vignoble; les minerais les moins pauvres en soufre subissent un enrichissement préalable par des apports de soufre brut et le tout est soumis à une trituration en commun. Il en résulte des produits complexes et variables dont il est difficile d'analyser les propriétés et l'efficacité par une expérience simple.

Les types de soufre natif enrichi connus avant 1940 étaient constitués par des mélanges contenant 48 p. 100 de soufre libre (type A) et 34 p. 100 de soufre libre (type M).

Finesse. — Elle est donnée comme correspondant à un refus maximum de 3 p. 100 au tamis n° 200. En réalité nous avons déjà vu qu'il y avait lieu de distinguer la finesse de l'ensemble du mélange, de celle de la gangue terreuse inerte et encore de celle du soufre libre. Les résultats comparés suivants ont été obtenus :

	K.
Trituré standard (t. n° 100)	97
Trituré ventilé (t. n° 150)	300
S. natif enrichi A (t. n° 200)	129
S. libre du précédent	148
Gangue du précédent	113

Contrairement à ce que laisseraient entrevoir les résultats d'un seul tamisage, le soufre enrichi A (passant au tamis n° 200), la finesse du soufre libre y est plus grande que celle de la gangue : nous avons expliqué ce fait.

Par sa composition granulométrique, le soufre du soufre naturel enrichi étudié se rapproche du soufre trituré ventilé; nous aurons à utiliser plus loin cette observation.

Densité apparente. — Mesurée par le procédé décrit, elle s'avère être nettement supérieure à celle de la fleur de soufre standard et voisine de celle du soufre trituré.

	DENSITÉ.
Sublimé standard	0,6
Soufre nat. enr. A	0,93
Trituré standard	1,03

Adhérence. — La mesure de l'adhérence a donné les résultats suivants :

	c (1941).	c_2 (1942).
Sublimé standard	41	71
Soufre naturel enrichi A	33,6	62

L'adhérence de ces soufres, employés à sec, est donc relativement faible; les propriétés de la gangue terreuse n'égalent pas celles du soufre pur à cet égard.

Emission de vapeur. — Le W a été calculé, après défalcation des pertes propres à la gangue terreuse :

	W.
Sublimé standard	0,0145
Trituré standard	0,0134
S. natif enrichi A (48 p. 100 de S)	0,0120
Trituré chargé (48 p. 100 de S)	0,0086

Le W est relativement élevé, plus élevé que celui d'un soufre trituré chargé par dispersion et contenant une même proportion de soufre libre. A cet égard, le soufre naturel enrichi se comporte comme un soufre trituré ventilé chargé duquel, on l'a vu, il se rapproche par sa composition granulométrique.

Action au vignoble. — Les résultats suivants ont été obtenus :

	N.	M.	α.
5. — Soufre naturel enrichi A (48 p. 100 S).	0,78	1,04	0,75
5'. — Soufre naturel enrichi A (48 p. 100 S).	0,35	1,13	0,31
Moyenne			0,53

Conclusion. — Plusieurs conclusions peuvent être formulées :

a. Les soufres naturels enrichis à 48 p. 100 de soufre libre sont moins efficaces que le soufre sublimé et moins actifs aussi que le soufre trituré.

Ces résultats écartent les propositions suivant lesquelles la gangue terreuse manifesterait soit une activité propre, soit des propriétés absorbantes à l'égard des vapeurs de soufre, propriétés qui augmenteraient l'intensité (?) et la durée de leurs effets. Elles écartent aussi la possibilité d'une activité plus grande du soufre pur natif lui-même. Des nodules de soufre presque pur, prélevés depuis peu sur les lieux d'extraction, ont été broyés, tamisés au tamis n° 300 et comparés à du soufre trituré de finesse égale :

	W.
S. trituré (tamis n° 300)	0,0108
Nodules soufre natif (t. n° 300)	0,0110

Aucune différence significative ne peut être vue dans cet ordre d'idées ;

b. Les soufres naturels enrichis paraissent plus actifs que des soufres trituré chargés par dispersion et contenant une égale proportion de soufre. Cette différence serait attribuable à la structure granulométrique différente des soufres natifs enrichis qui est la conséquence de la trituration en commun du soufre et de la charge naturelle.

En résumé, les soufres naturels enrichis constituent une bonne forme d'emploi pratique des soufres impurs mais, dans les conditions ordinaires, leur efficacité, inférieure à celle des soufres purs, limite leur application aux cépages peu sensibles à la maladie et aux circonstances dans lesquelles le soufre est très actif : climats chauds, traitements effectués en plein été, etc...

Remarque. — La gangue terreuse des soufres natifs enrichis est mouillable par l'eau et

permet l'emploi de ces ingrédients en suspension dans l'eau, comme les soufres mouillables.

*
* *

6. Les soufres noirs ou soufres précipités. — Les soufres noirs ou soufres précipités proviennent surtout du traitement des matières d'épuration du gaz d'éclairage et des résidus de diverses industries. Les premiers doivent être convenablement décyanurés pour éviter de graves brûlures sur la vigne.

Leur teneur en soufre libre est variable; celui que nous avons étudié contient 40 p. 100 de soufre libre.

Finesse. — Le soufre étudié est donné comme une poudre passant pour 80 p. 100 au tamis n° 200 ce qui correspondrait à un K = 123 mais l'analyse granulométrique fait apparaître une plus grande finesse définie par K = 177.

Densité apparente et adhérence. — Les résultats suivants ont été obtenus pour D = densité et *c* = adhérence.

	C.	D.
Sublimé standard	71	0,6
Soufre noir	74,5	1

Aussi peu adhérent que la fleur de soufre, le soufre noir est, par contre, beaucoup plus « lourd » et les quantités appliquées au vignoble au cours des traitements sont nettement plus élevées.

Emission des vapeurs. — Le W a été calculé par l'appréciation des pertes à la chaleur desquelles on a retranché les pertes du non-soufre insoluble dans le sulfure de carbone séparé du produit brut par des dissolutions successives. Une partie du non-soufre est entraînée par le CS^2; les pertes qu'elle donne à la chaleur interviennent pour diminuer le W : nous n'en avons pas tenu compte.

	W.
Sublimé standard	0,0145
Soufre noir 40 p. 100	0,0112
Soufre trituré chargé par dispersion 40 p. 100	0,0063 (calculé)
T. par imprégnation 40 p. 100	0,0110 (calculé)

Plusieurs remarques peuvent être faites :

1° Le W du soufre noir est inférieur au W de la fleur et au trituré; le soufre noir se comporterait donc comme tous les soufres impurs;

2° L'activité du soufre noir est voisine de celle d'un soufre du type T chargé par imprégnation et supérieure à celle d'un soufre chargé par dispersion. Cette analogie conduirait à penser que le soufre des soufres noirs pourrait être aussi fixé sur un noyau inerte ce qui justifierait leur W relativement élevé.

Action au vignoble. — Voici les résultats obtenus au vignoble :

	N.	M.	*a*
9 Soufre noir 40 p. 100	1,03	1,84	0,56
9' Soufre noir 40 p. 100	0,98	1,82	0,53
Moyenne	—	—	0,55

Nous rappelons la valeur de *a* pour certains soufres :

	a
Trituré pur	0,87
Soufre noir 40 p. 10 de S	0,55
Trit. chargé disp. 40 p. 100 de S	0,13 (calculé)
T. (imprégnation) 40 p. 100 de S	0,35 (calculé)

Conclusion. — A titre égal en soufre libre, les soufres noirs seraient donc nettement supérieurs aux soufres chargés quels que soient les procédés utilisés pour unir la charge à la matière active. Cette meilleure activité tient probablement à l'échauffement plus rapide et plus grand des soufres noirs qui, comme on l'a vu, sont de couleur très foncée.

Les soufres noirs constituent donc une bonne forme d'emploi du soufre. Leur emploi reste, par contre, très pénible pour les exécutants.

* * *

7. Autres soufres impurs. — D'autres soufres impurs sont obtenus par le mélange du soufre avec des produits insecticides et anticryptogamiques divers. Ces derniers sont constitués soit par du sulfate de cuivre en menus cristaux (soufres sulfatés) soit par des composés cupriques peu solubles (hydrate de cuivre, hydrocarbonate de cuivre, etc.), tous ces composés du cuivre n'agissent sur le mildiou que lorsqu'ils sont en solution dans l'eau des pluies; or, le soufre n'est pas mouillé par les pluies qui l'entraînent rapidement et entraînent avec lui les composés cupriques qui sont ainsi empêchés d'agir : dans tous ces mélanges le soufre doit être préalablement rendu mouillable.

Par ailleurs, ces mélanges se comportent comme les soufres impurs dont la charge est inerte et dépourvue de propriétés anticryptogamiques et insecticides.



8. Les soufres mouillables. — L'utilisation des soufres mouillables répond à la double nécessité suivante : permettre l'exécution de traitements mixtes portant à la fois sur l'oïdium et sur le mildiou et rendre possible l'application du soufre sur le feuillage par circonstances atmosphériques défavorables, en particulier lorsque le vent s'oppose aux poudrages. Les soufres mouillables sont utilisés en suspension aqueuse ou, beaucoup plus fréquemment, en suspension dans les bouillies supriques.

Le soufre sublimé et le soufre trituré ne sont pas mouillables par l'eau; ils peuvent devenir mouillables par divers traitements parmi lesquels le plus commode est l'addition d'un mouillant.

Le soufre sublimé et le soufre trituré forment des suspensions lourdes et passent mal dans les jets des pulvérisateurs; le soufre trituré ventilé, chez lequel ces inconvénients sont moins marqués, constitue en général la matière active des soufres mouillables.

Mouillabilité des soufres. — Le soufre devient mouillable après divers traitements; nous avons appliqué les suivants à un soufre trituré ventilé (t. n° 150).

1° *Eau bouillante.* — En soumettant à l'ébullition une suspension aqueuse de soufre, celui-ci devient mouillable; les résultats sont médiocres.

2° *Alcool éthylique.* — Le soufre est traité par une quantité d'alcool à 95° tout juste suffisante pour recouvrir la masse, puis noyé dans l'eau : les résultats sont très bons.

3° *Ether sulfurique.* — L'éther mouille très bien le soufre mais celui-ci ne peut être mouillé par l'eau qu'après le départ de l'éther.

4° *Ammoniaque.* — La solution à 22° mouille mal et donne des résultats médiocres. On l'étend d'eau, en fin d'opération.

5° *Mouillants du commerce.* — Les mouillants utilisés au cours de la fabrication des bouillies cupriques conviennent parfaitement et donnent d'excellents résultats pratiques. On sait que ces mouillants sont, en général, des dérivés biliaires ou des produits de sulfonation de corps organiques variés.

Les soufres mouillables du commerce contiennent la quantité voulue de mouillant, mais la fabrication d'un soufre mouillable à l'exploitation même est commode et peu coûteuse.

Emission de vapeur : influence du mouillant. — Il est important de définir l'action des traitements précédents sur la faculté qu'ont les soufres d'émettre des vapeurs. Pour en obtenir une idée nous avons décanté le dépôt des suspensions précédentes, réalisées avec un soufre trituré ventilé (maille 150), soumis le dépôt à une centrifugation, décanté à nouveau; le dépôt a été ensuite desséché à l'air libre, puis à 90° pendant 15 minutes. Les matières solides ont été divisées à nouveau par un passage au tamis n° 150 et 100 milligrammes de chaque échantillon ont été soumis à l'action de la chaleur. Voici quels sont les résultats obtenus :

	W.
Témoin non traité	0,0129
1. — Eau bouillante	0,0048
2. — Alcool éthylique 95°	0,0142
3. — Éther sulfurique	0,0135
4. — Ammoniaque 22°	0,0095
5. — Mouillant M	0,0097

Certains traitements (alcool, éther) n'exercent pas d'action nuisible à l'émission des vapeurs mais il n'en est pas de même de quelques autres procédés. L'eau bouillante agit très défavorablement; l'ammoniaque, l'addition d'un mouillant sont aussi nuisibles mais à un moindre degré.

Cette action du mouillant est singulière et elle ne saurait être attribuée au fait que e soufre a été mouillé par l'eau, fait indifférent avec l'éther et l'alcool. Elle est proba-

blement due à une enrobage partiel des grains de soufre par le mouillant non volatil il serait donc indispensable de recourir ici à l'emploi de mouillants volatils ce qui exclurait la fabrication à l'avance et ne permettrait que les mélanges extemporanés.

Influence de la quantité de mouillant et de la quantité de soufre. — En faisant varier la quantité de mouillant utilisée pour mettre en suspension 2 p. 100 de soufre ventilé dans l'eau, nous avons réalisé l'expérience suivante. 5 centimètres cubes de chacune des suspensions ci-après, rendues préalablement homogènes, sont prélevés et abandonnés à l'air libre à + 20° jusqu'à dessiccation; le dépôt a été soumis à l'action de la chaleur.

	POIDS moyen de soufre mis en œuvre (mg).	W.
	—	—
Trituré ventilé sec	100	0.0129
Trituré ventilé susp. à 2 p. 100 + 1 p. 1.000 M.	95	0,0105
Trituré ventilé susp. à 1 p. 100 + 5 p. 1.000 M.	106	0,0081
Triture ventilé susp. à 2 p. 100 + 10 p. 1.000 M.	118	0,0078
Trituré ventilé susp. à 2 p. 100 + 50 p. 1.000 M.	153	0,0092

L'addition de quantités croissantes de mouillant M modifie la viscosité des suspensions ce qui, dans des prises d'égal volume, aboutit à la présence de quantités différentes de soufre. Plusieurs observations peuvent être faites.

L'infériorité du soufre mouillé sur le même soufre à l'état sec se confirme et l'addition de quantités excessives de mouillant s'avère être nuisible.

En faisant varier la proportion de soufre en suspension et en maintenant constante la quantité de mouillant, W varie d'une manière intéressante. On a réalisé des suspensions de soufre sublimé renfermant 8 p. 100 de mouillant M.

SOUFRE SUBLIMÉ P. 100.	POIDS MOYEN (mg) mis en œuvre.	MG PAR CM².	W MOYEN.
—	—	—	—
0,5 p. 100	34,6	0,50	0,0081
2 p. 100	97	1,40	0,0123
5 p. 100	281	4,15	0,0211
10 p. 100	474	6,80	0,0165

Lorsque la quantité de soufre appliquée est inférieure à 0 milligr. 5 par centimètre carré, le soufre mouillable est moins actif que le soufre en poudre, ce qui confirme l'effet nuisible du mouillant déjà constaté précédemment. Lorsque la quantité appliquée dépasse 0 milligr. 5 par centimètre carré, le soufre mouillable est plus actif que le soufre, ce fait est lié à la répartition homogène en surface des particules en suspension qui sont soumises à une sédimentation régulière alors que le soufre sec forme des amas plus ou moins volumineux, dans lesquels les particules sont entassées et ainsi moins actives. Ces différences sont de plus en plus marquées jusqu'à 4 milligr. 10 de soufre par centimètre carré; au delà, cet avantage doit s'atténuer et disparaître dès

que la surface d'application étant en totalité recouverte, il importe peu que les particules soient ou non régulièrement disposées (fig. 18).

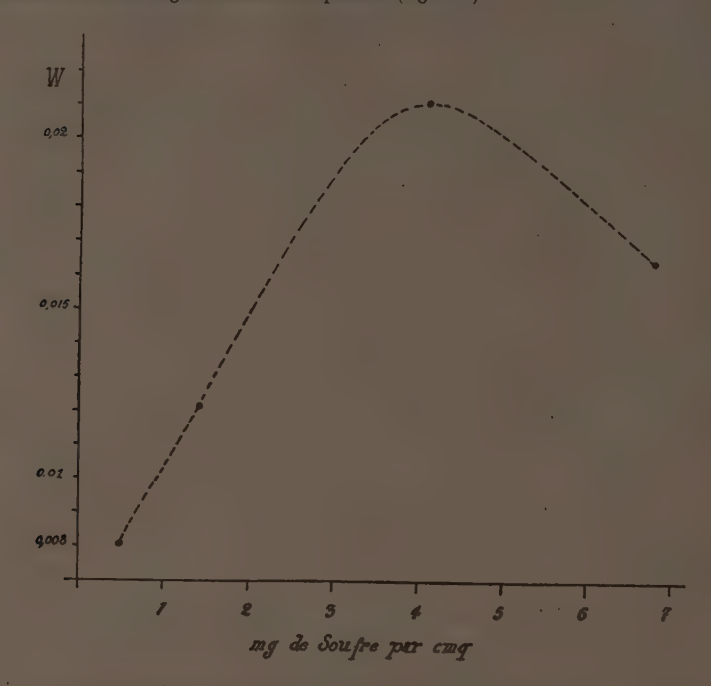


Fig. 18. — Variation du W d'un soufre mouillable en fonction de la répartition par U. de surface.

Nous sommes ainsi conduits à éviter l'application de suspensions trop épaisses bien qu'il soit difficile de transporter ces observations dans la pratique, 4 milligrammes par centimètre carré correspondant à 400 kilogrammes par hectare au moins, ce qui est en dehors des faits habituels; il est donc impossible de produire une surcharge généralisée mais on peut maintenir l'idée qu'il n'est pas heureux de recourir à l'emploi de suspensions trop épaisses.

Action au vignoble. — L'essai de ces produits a porté sur des types commerciaux différents au cours des années 1941 et 1942.

1. Soufre trituré ventilé mouillable; 97,5 p. 100 de soufre trituré ventilé (tamis n° 150) + mouillant.

2. Soufre mouillable spécial L : 85 p. 100 de soufre ventilé 4 p. 100 de mouillant. Finesse 99 p. 100 au tamis n° 300.

3. Soufre mouillable spécial U : 90 p. 100 de soufre trituré ventilé; mouillant 3 p. 100. Finesse 100 p. 100 au tamis n° 250 et 80 p. 100 au tamis n° 300.

Les trois soufres ci-dessus ont été appliqués au vignoble en 1941 ; seul le type U a fait l'objet d'expériences en 1943. Il a été prévu, d'une part des applications exclusives de soufre mouillable en suspension aqueuse, d'autre part des applications combinées de soufre mouillable en suspension aqueuse et de soufre sublimé en poudrages.

A. *Applications exclusives de soufre mouillable.* — Le soufre mouillable a été employé en suspension aqueuse à 4 p. 100.

1941.

	QUANTITÉS APPLIQUÉES K/Ha [1].	INTENSITÉ DE L'OÏDIUM Rapp. : Essai. Témoin.
S. Trituré ventilé mouillable	54,1 (pulvérisation)	1,30
Soufre mouillable R	52,3 (pulvérisation)	1,56
Soufre mouillable U	61,9 (pulvérisation)	1,76
Témoin sublimé standard	130,6 (poudrages)	1

[1] Trois traitements : 27/5, 29/5 et 25/7.

1942.

	QUANTITÉS APPLIQUÉES K/Ha [1].	INTENSITÉ DE L'OÏDIUM.
Soufre mouillable U	43 (pulvérisation)	3,1
Témoin sublimé standard	81 (poudrages)	0,7

[1] Trois traitements : 4/6, 30/6 et 6/7.

B. *Applications combinées de soufre mouillable et de soufre en poudre.* — Au cours de ces expériences le soufre mouillable a été appliqué en pulvérisations au cours du premier ou des deux premiers traitements et le (ou les) derniers traitements ont été effectués avec du soufre sublimé employé à sec.

1941.

	QUANTITÉS APPLIQUÉES.			INTENSITÉ DE L'OÏDIUM Rapp. : Essai Témoin.
	en pulvérisation.	en poudrages.	totales.	
a. 2 traitements au soufre mouillable U + 1 traitement au soufre sublimé	30,2	68,5	98,7	0,97
b. Témoin sublimé : 3 traitements	0	130,6	130,6	1

1942.

	QUANTITÉS APPLIQUÉES.			INTENSITÉ DE L'OÏDIUM.
	en pulvérisation.	en poudrages.	totales.	
a. 1 traitement au soufre mouillable + 2 ments au sublimé	14,200	52	66,200	0,40
b. 3 traitements sublimé	0	72	71	0,35
a'. 1 traitement au soufre mouillable + 2 traitements au sublimé	14,200	46	60,200	0,80
b' 3 traitements sublimé	0	80	80	0,40

Ces études et ces résultats autorisent les conclusions suivantes :

Conclusions. — Les soufres mouillables sont efficaces et donnent une solution convenable à certains problèmes pratiques.

A leur actif nous notons qu'ils entraînent une bonne répartition du soufre sur la surface réceptrice et qu'ils sont susceptibles, dans une mesure à déterminer, de se montrer plus adhérents que les soufres en poudre.

A leur passif nous portons l'action défavorable des mouillants à l'émission des vapeurs, bien qu'il soit possible de recourir aux mouillants les moins nuisibles. D'autre part, leur application ne porte que sur une surface réceptrice faible, celle qui est déterminée par le contour extérieur du feuillage, alors que les soufres en poudre pénètrent excellement au milieu des plantes les plus touffues. L'importance de la surface couverte étant un des facteurs qui déterminent l'efficacité d'un soufrage, l'emploi des soufres mouillables n'est justifié qu'autant que leur application s'effectue sur une surface voisine, sinon semblable, à celle que recouvriraient des soufres pulvérulents utilisés au même moment. Il est bien évident que ces conditions, réalisées au début de la croissance, alors que le feuillage est peu développé, ne le sont pas au cœur de l'été, surtout dans les vignes non palissées.

Dans les essais effectués au vignoble, l'application exclusive de soufres mouillables n'a pas procuré une protection suffisante. Par contre, la combinaison de ces applications faites au début de la croissance, avec des soufres appliqués en poudrages au cours du dernier ou des derniers traitements, a donné des résultats presque aussi bons que des traitements à sec exclusifs. C'est dans ces conditions que les soufres mouillables doivent être utilisés.

Leur application procure alors une économie de matière qui peut être évaluée à 20-25 p. 100 de la quantité totale de soufre nécessaire à trois traitements, lorsqu'un traitement sur ces trois est donné aux soufres mouillables. A cette économie de matière ne correspond pas une économie financière lorsqu'on fait appel à des soufres mouillables vendus comme spécialités. Il est, par contre, toujours possible et assez peu coûteux, de rendre mouillable un soufre fin, par une manipulation simple faite au vignoble.

Les soufres mouillables peuvent donc être utilisés avec succès jusqu'au moment où le développement de la végétation est tel que les organes qu'ils atteignent sont en proportion trop faible. Ils ne suffisent pas à assurer la protection complète du vignoble mais ils permettent, par contre, d'intervenir au printemps au cours de circonstances météorologiques peu favorables.

* * *

9. Traitements mixtes. — Les soufres mouillables sont généralement utilisés en suspension dans les bouillies cupriques ordinaires; leur tenue en suspension est alors bien meilleure que dans l'eau et il vaut bien mieux les utiliser sous cette forme, en particulier en mélange avec la bouillie bordelaise dont la teneur en matières solides est élevée. Il est intéressant de connaître la mesure dans laquelle les propriétés du soufre et de la bouillie peuvent être modifiées; nous avons essayé au laboratoire les produits suivants :

1° *Bouillie bordelaise soufrée.* 2 p. 100 de $SO^4Cu . 5H^2O$ + 1,3 p. 100 de $Ca(OH)^2$ + 4 p. 100 de soufre trituré ventilé mouillable;

2° *Suspension aqueuse de soufre* (trituré ventilé à 4 p. 100);

3° *Soufre trituré ventilé à sec;*

4° *Bouillie bordelaise non soufrée :* bouillie comme 1°.

Des volumes exacts de 5 centimètres cubes ont été prélevés dans les suspensions 1 et 2, rendues préalablement homogènes, et desséchés à + 30°. Ils contenaient 200 milligrammes de soufre environ; la bouillie non soufrée 4 a été traitée de la même manière; ces trois séries d'échantillons, et en plus le n° 3 (200 milligr.) ont été soumis à l'action de la chaleur.

	MATIÈRES SOLIDES mg.	SOUFRE mg.	W DU SOUFRE.
1. B. Bordelaise soufrée	362	199	0,0180
2. Suspension de soufre	203,5	203,5	0,0156
3. Soufre à sec	200	200	0,0129
4. Bouillie non soufrée	163	0	0

Le mélange du soufre avec une bouillie serait préférable à sa mise en suspension dans l'eau ce qui s'explique par le fait que, à l'inverse du film soufré qui est très adhérent, la bouillie bordelaise soufrée se sépare du support de verre en augmentant la surface de contact du soufre et de l'air. Nous ne savons pas si ce résultat se maintient en plein champ.

L'action des bouillies soufrées sur le mildiou peut, par contre, être diminuée parce qu'elles sont moins adhérentes que des bouillies non soufrées.

*
* *

10. Les soufres colloïdaux. — Les soufres dits « colloïdaux » correspondent, en réalité, à des produits très différents; aucun de ceux que nous avons étudiés n'est uniquement constitué par des particules colloïdales; ils contiennent tous une certaine proportion de particules plus ou moins grossières dont la sédimentation est rapide.

L'emploi des soufres colloïdaux est conseillé en suspension aqueuse ou en mélange avec les bouillies cupriques mais les quantités mises en œuvre sont, en général, extrêmement faibles puisqu'elles varient de 1 à 5 p. 1.000. Dans l'esprit des vendeurs, la faible importance des quantités appliquées (1 à 5 kilogrammes par hectare et par traitement) est compensée par une action plus vive attribuable aux soufres très fins. L'expérience montre que ce qui a été dit des propriétés particulières des soufres très fins s'applique aussi aux soufres colloïdaux.

Emission des vapeurs. — On a déterminé le W de soufres colloïdaux à sec et après mise en suspension à 2 p. 100 dans l'eau. Dans ce cas 5 centimètres cubes de cette suspension ont été desséchées à basse température (20-25°) et, après pesée, le résidu solide a été soumis à l'action de températures élevées.

	W.
Sublimé standard	0,0145
Trituré standard	0,0134
S. colloïdal (I) à sec	0,0122 (1)
S. colloïdal (I) après mise en suspension	0,0090 (1)
S. colloïdal (II) — —	0,0070
S. colloïdal (III) — —	0,0027

(1) Les résultats trouvés avec ce soufre colloïdal (I) sont un peu inférieurs à la réalité parce qu'il paraît contenir une certaine quantité de soufre insoluble au CS^2 qui est traitée avec la charge.

On constate que le W des soufres colloïdaux éprouvés est relativement faible, parfois même très faible; cette particularité est probablement la conséquence de l'enrobage des particules par du non soufre, mouillant, mucilages ou autres.

Action au vignoble. — Le soufre colloïdal(1) a été appliqué en 1942 au cours des traitements effectués.

	ÉTAT DE SANTÉ.	QUANTITÉS APPLIQUÉES Kilos/Ha.
Soufre colloïdal (1)	2,6	2,4
Soufre sublimé	4,3	80
Sans traitements	2,6	0
Soufre sublimé	4,6	81

Il n'y a pas de différence appréciable entre l'état de santé de la parcelle qui a reçu du soufre colloïdal et celui de la parcelle non soufrée. L'effet de ce soufre a été pratiquement nul.

Les conditions d'application et d'action des soufres colloïdaux ressemblant aux conditions d'emploi des soufres mouillables, nous avons effectué des traitements combinés :

1er Traitement : 0 kilogr. 360 de soufre colloïdal (1) ;
2e et 3e traitements : 44 kilogrammes de soufre sublimé ordinaire.

Les résultats obtenus ont été comparés à ceux que donne le soufre mouillable appliqué dans les mêmes conditions.

	INTENSITÉ DE L'OPIUM.	QUANTITÉS APPLIQUÉES. PULV.	POUDRAGES.	TOTALES.
10. S. Colloïdal + Sublimé	1,7	0,36	44	44,36
10. Témoin sublimé	0,35	0	79	79
11. S. mouillable + sublimé	0,40	14,20	52	66,20
11. Témoin sublimé	0,35	0	71	71
11'. S. mouillable + Sublimé	0.80	14,20	48	60,20
11'. Témoin sublimé	0,40	80	80	80

Les résultats sont assez difficilement comparables étant donnée la diversité des quantités appliquées en poudrages mais ces quantités sont assez voisines, cependant pour qu'il soit possible de conclure à la nette infériorité des soufres colloïdaux sur les soufres mouillables, employés les uns et les autres dans les conditions prévues par les fabricants.

Conclusion. — Dans ces conditions, les soufres colloïdaux ne présentent actuellement aucun intérêt viticole parce qu'ils ne manifestent pas d'action anticryptogamique suffisante. Ils pourraient acquérir cette action, soit par l'augmentation des quantités appliquées, soit par des progrès dans leur fabrication, progrès qui, bien qu'improbables, restent cependant toujours possibles.

VI. Conclusions générales.

Le travail qui précède, a consisté, en fait, à éprouver l'intérêt des progrès industriels accomplis dans la fabrication et l'emploi des produits soufrés utilisés en viticulture dans la lutte contre l'oïdium.

En accord avec l'opinion exprimée par les praticiens, les résultats obtenus montrent la valeur de la méthode utilisée et font apparaître la faible importance des progrès accomplis dans la recherche d'ingrédients plus actifs et plus économiques que les soufres purs utilisés dès le début pour la protection des vignobles. Le seul gain intéressant est constitué par les soufres mouillables, encore que leur utilisation raisonnable exige la connaissance exacte des conditions de leur action et qu'elle ne puisse être conseillée sans réserves. À peu de choses près, il est donc possible de prétendre que les données du problème n'ont pas été modifiées depuis près d'un siècle et que les progrès industriels réalisés dans l'intérêt des vignerons ont été relativement faibles : on a pu constater, en effet, que la valeur de certains ingrédients (fleur de soufre extra légère, soufres natifs enrichis, soufres colloïdaux) n'était pas pleinement confirmée par l'expérience.

Dans les conditions normales d'exploitation des vignobles, c'est-à-dire lorsque le soufre ne manque pas, les soufres purs (sublimé et trituré) sont à utiliser de préférence à tout autre produit soufré, le second étant réservé aux cépages qui redoutent peu l'oïdium et aux circonstances dans lesquelles le soufre vivement agit parce qu'il fait chaud. Les soufres mouillables permettent de résoudre certains problèmes pratiques qui apparaissent lorsque l'exécution des poudrages est difficile ou impossible. Les autres formes d'emploi du soufre ne peuvent, par contre, offrir d'intérêt que si elles permettent une économie financière tout en manifestant une efficacité suffisante.

Dans les circonstances marquées par la pénurie de soufre, la lutte contre l'oïdium de la vigne devient difficile à conduire et la protection convenable du vignoble ne peut plus être assurée d'une manière complète. L'emploi exclusif des soufres purs exigeant des quantités trop considérables de soufre, le recours à des formes économiques devient une nécessité inéluctable : les soufres mouillables au cours du premier et parfois du second traitement, et les soufres impurs constituent les ingrédients utilisables. Il n'en reste pas moins avéré que l'absence des soufres purs constitue un danger pour le vignoble, danger croissant avec les années alors que la maladie paraît chaque fois plus intense au début de la végétation par suite de l'insuffisance des traitements au cours des cycles végétatifs précédents.

L'OÏDIUM EN 1942

AU VIGNOBLE EXPÉRIMENTAL DE BELLE-BEILLE

PAR MM.

L. Moreau, Directeur

E. Vinet, Directeur-adjoint

Simon, Chef de travaux

à la Station Œnologique d'Angers.

Évolution de la maladie. — L'oïdium est apparu au vignoble de Belle-Beille le 9 juin. Cette première invasion fut de faible importance et se localisa dans la partie du vignoble qui tous les ans est particulièrement sensible à cette maladie. Vers le 23 juin, on note son extension; puis la maladie au bout de quelques jours ne paraît plus évoluer jusqu'à la fin du mois. Le 9 juillet, elle se généralise sur les feuilles, les grappes et le bois. Un effeuillage assez sévère du côté Sud-Est, pratiqué du 10 au 16 juillet au niveau des grappes, en aérant celles-ci, stoppe l'évolution de la maladie. Toutefois, dans la partie du vignoble ou l'oïdium était apparu le 9 juin la situation est plus critique et nous décidons d'y faire porter notre expérimentation.

Traitements. — Avant le début de ces expériences, la vigne avait reçu les traitements suivants : deux traitements à la bouillie bordelaise arsénicale permanganatée franchement alcaline les 19 mai et 2 juin (*Traitements d'assurances*). La bouillie était à 1 p. 100 de sulfate de cuivre et 100 grammes de permanganate de potassium par hecto. Le 20 juin, à la pleine fleur du Chenin, la vigne avait été soufrée au soufre jaune. Le 23 juin, nouveau traitement cuprique avec une bouillie bordelaise alcaline à 1 p. 100 de sufate de cuivre et mouillant à base d'alcool terpénique sulfoné. En outre, un effeuillage avait été pratiqué le 12 juillet dans les conditions indiquées ci-dessus.

Dispositif expérimental. — Au 21 juillet, on disposait de vingt rangs de Chenin également envahis par l'oïdium. On divisa cette partie du vignoble en cinq parcelles de quatre rangs qui furent traitées de la façon suivante :

1° Parcelle. — Pulvérisation d'une solution de permanganate de potassium à 125 grammes par hecto, suivie d'un soufrage au soufre jaune trituré.

2° Parcelle. — Pulvérisation d'une solution de permanganate de potassium à 125 grammes par hecto, suivie d'un soufrage au soufre bitumineux, contenant de 12 à 16 p. 100 de soufre.

3° Parcelle. — Non traitée.

4° Parcelle. — Poudrage au soufre bitumineux.

5° Parcelle. — Poudrage au soufre jaune trituré.

Ces traitements ont été effectués par un temps sec, un peu ensoleillé, non venteux. La solution de permanganate de potassium a été appliquée des deux côtés du rang, le soufre d'un seul côté, le côté effeuillé. La consommation de soufre a été de 55 à 60 kilogrammes à l'hectare.

Au début d'août, on note une recrudescence de l'oïdium. Le 7 août, on fait un nouveau poudrage au soufre jaune trituré dans les parcelles 1 et 5, et au soufre bitumineux dans les parcelles 2 et 4. Au 25 août, nous faisons les observations suivantes :

Première parcelle. — L'évolution de la maladie a été bien enrayée et l'oïdium n'a pas fait de dégâts sérieux.

Deuxième parcelle. — La défense s'est avérée moins efficace, mais cependant satisfaisante dans les conditions de l'année.

Troisième parcelle (témoin). — L'oïdium a envahi tous les organes : feuilles, grappes. bois; la récolte sera pratiquement insignifiante.

Quatrième parcelle. — Dégâts sérieux, défense insuffisante.

Cinquième parcelle. — Le résultat obtenu est meilleur que dans la parcelle précédente mais on n'a pas sauvé la récolte. D'autre part, la dépense de soufre est hors de proportion avec les résultats obtenus.

Voici d'ailleurs les notes que nous avons mises à la suite de cet examen; la note 10 correspondant à une vigne indemne.

Parcelle 1 = 8; parcelle 2 = 7; parcelle 3 = 2; parcelle 4 = 4; parcelle 5 = 5.

Les différences qui existaient à cette époque se sont encore légèrement accentuées par la suite.

Dans une autre partie du vignoble où nous procédions à des essais contre le mildiou et qui avait été traitée au soufre jaune le 20 juin, nous avons été amenés au début d'août à faire la remarque suivante :

Les rangs témoins étaient envahis par l'oïdium. Par contre, les rangs voisins étaient beaucoup moins atteints. Ceux-ci avaient reçu quatre traitements à la bouillie bordelaise à 1 p. 100 de sulfate de cuivre. Pour les deux premiers (traitements d'assurances), les bouillies contenaient en outre 100 grammes de permanganate de potassium par hecto.; pour les deux derniers, effectués le 23 juin et le 29 juillet, elles contenaient un mouillant à base d'alcool terpénique sulfoné.

La différence était telle qu'on jugea bon de traiter les rangs témoins au permanganate et au soufre jaune, afin d'éviter une perte importante de récolte. Quant aux autres rangs, ils furent traités au soufre noir le 5 août.

Conclusions. — 1° L'emploi du permanganate de potassium dans la bouillie cupro-arsenicale, aux deux premiers traitements, que nous recommandions dans le cas de vignes sensibles à l'oïdium et généralement envahies, s'avère une pratique qu'il y aurait intérêt à voir se généraliser dans notre région. Elle nous a permis cette année de supprimer un soufrage. L'efficacité serait encore accrue avec un mouillant.

2° Une bouillie bordelaise à 1 p. 100 de sulfate de cuivre additionnée d'un mouillant à base d'alcool terpénique sulfoné, a une action non négligeable contre l'oïdium.

3° Un effeuillage au niveau des grappes, et seulement du côté orienté à l'est, pour éviter le risque d'échaudage, effectué dans le courant de juillet, est une nécessité dans les vignobles où la végétation est très forte.

4° L'emploi de soufre bitumineux, contenant de 12 à 16 p. 100 de soufre, consécutif à une pulvérisation au permanganate a donné des résultats très satisfaisants sur une vigne déjà très contaminée.

Ces conclusions sont valables pour le climat de la vallée de la Loire et pour les cépages de nos régions. Il serait peut-être imprudent d'appliquer les mêmes règles sous d'autres climats et pour d'autres cépages.

ESSAIS DE TRAITEMENT DU MILDIOU DE LA VIGNE EN 1942 À LA GRANDE-FERRADE (GIRONDE)

PAR

Mlle M. Barraud,
Chef du Laboratoire de Phytopharmacie,

Mlle M. Gaudineau,
Directeur de la Station de Pathologie végétale,

M. R. de Seze,
Chef de Travaux à la Station Œnologique de Bordeaux.

La nécessité de réduire au minimum la dépense de cuivre pour lutter contre le Mildiou de la Vigne a conduit le Ministère de l'Agriculture à organiser des séries d'essais dans des Stations du Service des Recherches agronomiques. Les essais ont été exécutés dans plusieurs régions avec les mêmes produits; l'idée directrice de ces travaux était de comparer diverses formules proposées par l'industrie en vue de rechercher le produit à la fois le plus efficace et le plus économique, dans les conditions actuelles où matières premières et main-d'œuvre sont rares. Une partie de ces essais a été réalisée au Centre de Recherches agronomiques du Sud-Ouest sous l'autorité scientifique de M. l'abbé Dubaquié, directeur de la Station agronomique et œnologique, administrateur du domaine du Centre de Recherches agronomiques, grâce à qui les traitements ont pu être exécutés à temps, par tous les moyens, personnel et matériel, du domaine.

Un exposé préalable de l'évolution du Mildiou dans ce vignoble pendant l'année 1942 facilitera l'appréciation de la valeur des résultats en même temps que la comparaison avec les essais effectués dans d'autres régions et l'explication des divergences qui peuvent se présenter.

Évolution du mildiou et répartition des invasions.

L'année 1942 ne peut pas être considérée en Gironde comme une « année à Mildiou », le printemps et l'été ayant été particulièrement secs dans le Sud-Ouest. Cependant, des attaques assez sérieuses de la maladie ont été observées en divers

points du Bordelais, où localement l'humidité et le régime de pluies ont créé un milieu différant sensiblement de l'ensemble de la région.

Le vignoble de la Grande-Ferrade est de ce nombre et le Mildiou s'est développé de telle sorte que l'attaque doit être qualifiée d'*assez grave*. La comparaison des observations météorologiques faites à la Grande Ferrade (tableau I) et dans le reste du département [1] indique les particularités à retenir :

TABLEAU .

Conditions atmosphériques (Campagne 1942).

MOIS.	TEMPÉRATURE.				ÉTAT HYGROMÉTRIQUE.			PLUIE.			
	MIN.	MAX.	MOY.	NORM.	MIN.	MAX.	MOY.	HAUTEUR	NORM.	NBRE jours pluie.	NORM.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
AVRIL.											
1 au 10	7.7	17.3	12.5		41.6	98.9	65.2	15.6		8	
11 au 20	8.8	19.3	14.0		44.2	97.5	70.8	29.6		4	
21 au 30	9.5	19.2	14.3		46.4	95.2	70.8	26.8		8	
			13.6	11.7			68.9	72.0	67.7	20	18
MAI.											
1 au 10	8.1	19.4	13.7		25.9	94.5	60.2	2.8		2	
11 au 20	12.4	24.3	18.3		39.8	94.6	66.7	29.5		5	
21 au 31	10.8	21.9	16.3		45.4	94.3	69.8	25.1		8	
			16.1	15.4			65.6	57.4	68.4	15	17
JUIN.											
1 au 10	15.8	29.5	22.6		28.7	88.3	45.6	23.2		2	
11 au 20	12.2	21.4	16.8		36.5	97.1	66.8	25.9		6	
21 au 30	14.9	28.7	22.8		30.7	88.4	59.5	—		—	
			20.7	18.5			57.5	49.1	63.9	8	15
JUILLET.											
1 au 10	15.5	26.7	21.1		48.8	93.6	71.2	31.9		3	
11 au 20	14.3	23.0	18.6		51.0	96.0	73.5	9.0		4	
21 au 31	17.1	31.8	24.4		49.9	94.0	71.9	—		—	
			21.3	20.6			72.2	40.9	49.6	7	13
AOÛT.											
1 au 10	13.7	25.7	19.7		34.7	94.2	64.4	17.5		3	
11 au 20	13.9	28.0	20.9		33.9	94.6	64.3	12.9		3	
21 au 31	17.9	30.7	24.3		42.7	95.6	38.8	11.5		5	
			21.6	20.7			55.5	41.9	47.7	11	13

— pendant le mois d'avril, la pluviosité est supérieure à la normale, 72 millimètres au lieu de 67, alors que le département est plutôt déficitaire ; en même temps, la température est nettement plus élevée que la moyenne (13°6 au lieu de 11°7) ;

— l'état hygrométrique se maintient à un niveau élevé pendant les mois de mai, juin, juillet et août ;

— les périodes sèches se limitent à la dernière décade des mois de juin et juillet.

Ces conditions spéciales au terroir étaient éminemment favorables à la première apparition et à l'extension du Mildiou (CAPUS, SOUTY).

L'évolution du parasite a été suivie avec soin dans le domaine, depuis la germination des œufs d'hiver et les infections artificielles réalisées dans des cuvettes, jusqu'à la récolte et à la chute des feuilles. Le débourrement de la Vigne a eu lieu vers le 1er avril.

[1] Renseignements communiqués par la Commission météorologique de la Gironde.

Les premières taches, résultant des pluies de contamination des 28 et 29 avril, ont été observées le 11 mai sur les feuilles des pampres disposés dans les cuvettes infectées par les œufs du Mildiou, tandis que dans le vignoble, l'infection primaire n'a été constatée que les 21 et 22 mai, sur *Sauvignon;* on peut la rapporter à une contamination allant du 8 au 17 mai, période de temps nuageux, avec brouillards ou pluies, ces dernières se situant du 10 au 13 mai. La pluie du 10 mai peut être considérée comme la pluie de contamination ayant déterminé cette invasion. Ces observations concordent avec les vues exprimées par Capus (1916), sur l'incubation à cette époque de l'année, qui «ne peut pas durer moins de douze jours», compte tenu du relèvement de la température qui s'est produit du 15 au 20 mai. Pendant cette période, en effet, on relève des maxima de 25°, 27°, 28° et 32°, alors que la moyenne des températures du mois est de 15°.

Sur *Cabernet franc,* l'infection primaire se révèle le 28 mai par des taches d'huile se recouvrant, dès le 29, de conidiophores dont la formation a été activée par une pluie de 8 millimètres. Cette attaque sur *Cabernet,* cépage moins sensible que le *Sauvignon,* doit être rapportée à la même période de contamination : la pluie du 16 mai peut l'avoir déterminée.

Pendant le mois de juin se placent une série d'infections secondaires, souvent assez rapprochées, et dont les conséquences sont d'autant plus graves que, sur *Cabernet,* la pleine floraison est atteinte; les mannes sont particulièrement réceptives et il s'agit bien d'une «période critique», comme il est possible de le vérifier à nouveau en observant les parcelles non traitées.

Les invasions secondaires se manifestent le 5 juin par une sortie d'efflorescences, dont l'origine remonte probablement aux petites pluies tombées du 21 au 23 mai. Le mois de mai s'est achevé sur une période froide, avec précipitations de 6-8 millimètres les 28 et 29 mai, qui déterminent une nouvelle sortie de conidiophores du 8 au 10 juin. L'invasion se poursuit et s'aggrave après la chute de pluie importante du 8-9 juin (22 m/m.) dont l'influence est accrue par un abaissement de température dans la seconde décade de juin. La vigne se trouve ainsi dans un état de réceptivité plus grande, et de nouvelles efflorescences sont visibles vers les 18-19 juin; les taches de Mildiou sur feuilles augmentent ensuite et la maladie se généralise du 22 au 25 juin, période où l'on décèle le «rot gris» sur nombre de jeunes grappes. Cette apparition correspond aux pluies du 12 au 16 juin dont une plus importante, le 13 au soir, se chiffre par 10 millimètres.

Le mois de juin s'achève par une période sèche, la première depuis le débourrement de la vigne; mais elle est de courte durée et les pluies reparaissent les 1-2, puis 4-5 juillet, entraînant une série d'attaques, visibles les 9-10 juillet. Une forte pluie survient le 12 juillet (8 m/m.) et de nouvelles taches sont visibles sur jeunes feuilles le 17 juillet.

A partir du 18 juillet apparaît le Rot-brun qui n'altère d'abord que la coloration des jeunes grains, mais s'accentue ensuite le 20 juillet en causant des déformations. Jusqu'à la fin du mois les dégâts occasionnés par le Rot-brun s'aggravent et les jeunes grains violacés se détachent facilement. De petites pluies, vers les 17-19 juillet, entraînent quelques sorties de conidiophores sur feuilles le 25 juillet. La dernière décade de juillet est sèche, mais les pluies des 2, 3 et 4 août provoquent l'apparition de nouvelles efflorescences les 10, 11 et 12 août.

Dans l'ensemble, le Mildiou, après s'être présenté à la Grande Ferrade à une époque normale, a évolué avec une intensité telle qu'à dater de fin juin, le relevé des taches sur

feuilles n'était plus praticable; les attaques de rot-gris et de rot-brun ont causé de graves dégâts sur grappes.

A cette attaque de Mildiou s'est ajoutée une invasion précoce et importante d'*Oïdium*, maladie dont la recrudescence, observée dans le domaine en 1940, s'était poursuivie en 1941. Dès le 19 mai, date du premier traitement contre le Mildiou, de jeunes rameaux attaqués, rabougris et blanchâtres retenaient l'attention; malgré les soufrages l'Oïdium a étendu ses dégâts aux grappes. En raison de cette attaque hâtive, nombre de grains entravés dans leur développement sont restés petits et durs, présentant le revêtement diffus, gris cendré, caractéristique de l'Oïdium.

Le *Black-rot* a attiré notre attention dès le 15 mai, date à laquelle nous observions l'apparition des taches brunes caractéristiques, sur quelques feuilles de Cabernet dont les pampres étaient disposés dans les cuvettes à infection artificielle de Mildiou. Le nombre de ces taches s'est accru durant les jours suivants. Dans le vignoble, nous avons pu observer quelques taches sur le même cépage vers le 18 mai, les conditions climatiques de cette période, en particulier la température assez élevée et l'humidité, ayant favorisé le développement de la maladie. Des pycnides se sont développées peu après sur ces taches; la maladie ne s'est pas étendue ensuite, même dans les parcelles n'ayant pas reçu de traitements cupriques, et les grains présentant des taches avec pycnides sont restés très rares.

Généralités sur les essais à la Grande Ferrade.

Pour examiner la valeur des divers produits, deux groupes ont été constitués :

a. Essais du premier degré, mettant en comparaison, avec des bouillies bordelaises de richesses diverses en cuivre, des produits relativement peu connus ou de fabrication nouvelle à teneur en cuivre faible ou nulle;

b. Essais du deuxième degré, comprenant en principe des formules ayant fait l'objet d'essais antérieurs.

Disposition des essais. — Ces deux groupes d'essais ont été réalisés dans les parcelles 3 et 4 du vignoble complantées en Cabernet franc, cépage sensible au Mildiou. Ces parcelles — voisines pour faciliter la comparaison — présentaient en outre l'avantage d'une situation éminemment favorable au développement de la maladie.

Les lots affectés à chacun des produits ont été disposés méthodiquement dans les parcelles et entremêlés avec des lots témoins, de façon à pallier les défauts inévitables d'homogénéité. Des lots ont été laissés sans traitement; on peut également considérer comme témoins des lots traités avec des formules déjà bien connues, par exemple la bouillie bordelaise à 2 p. 100. Pour chaque produit, trois lots ont été généralement constitués, chacun comportant trois lignes juxtaposées, afin que la ligne médiane, à l'abri des pulvérisations effectuées sur les lots voisins, permette de faire en toute sécurité des observations ou notations se rapportant exclusivement au produit considéré.

Les traitements ont été effectués avec des pulvérisateurs à dos d'homme, à pression préalable, sous une pression initiale de 5 kilogrammes par centimètre carré. Les époques adoptées ont été celles indiquées par le Service de la Protection des végétaux, chacun des groupes d'essais étant réalisé dans la même journée. Comme il est d'usage dans la région, les vignes sont conduites sur quatre rangs de fils de fer, les pampres sont attachés et rognés à diverses reprises en cours de végétation. Les travaux d'entretien du vignoble au cours de l'été, notamment les rognages, ont été effectués sur les parcelles en expérience comme dans l'ensemble du vignoble. D'autre part, on a traité au soufre sublimé, de façon homogène, les parcelles en expériences, en vue de préserver la vigne contre l'Oïdium; on a évité, par contre, tout traitement susceptible de perturber l'effet contre le Mildiou des produits en expérience.

Notations. — Elles ont été effectuées en examinant simultanément les deux faces des rangs, toutes les fois que la maladie présentait une nouvelle extension.

C'est ainsi que la première notation a été faite dès l'apparition des taches d'huile, les 2 et 3 juin. A cette date, il n'y avait guère plus d'une tache par cep et c'est le *nombre de ceps atteints* par la maladie qui est indiqué dans les tableaux IV et VIII, pour les notations sur feuilles faites les 2, 5, 10 et 11 juin. Mais le 20 juin tous les ceps sont nettement attaqués sur l'ensemble des parcelles et l'extension de la maladie nous amène à modifier notre base d'appréciation; le 25 juin, devant l'accroissement de la surface et du nombre des taches, nous sommes conduits à évaluer la gravité de l'attaque par le *nombre de feuilles, portant des taches d'une surface voisine de celle d'une pièce de 2 francs,* soit 6 centimètres carrés environ.

A dater des 22-25 juin, la maladie fait sur feuilles de tels progrès qu'il devient difficile d'opérer un comptage et l'apparition du Rot-gris, dans les derniers jours de juin, nous entraîne à l'examen des grappes (Tableaux V et IX). Un premier *comptage de toutes les formations à fruits* (grappes et grappillons) a pour but de rendre compte de la destruction des grappillons. A partir de l'attaque de Rot-brun du 20 juillet, nous avons évalué l'importance de l'*attaque sur grappes* seulement, en ne tenant plus compte des grappillons même sains qui, en raison de l'attaque de Rot-gris et de leur développement tardif, ne seraient pas compris dans la récolte.

A la récolte, la *pesée des grappes* de raisins permet de comparer les lots, et la notation de *défeuillaison*, faite quelques jours après la vendange et avant les premières gelées, témoigne de l'importance de la protection due à chacun des produits. Ces deux dernières notations sont les plus précieuses. En effet, les comptages effectués sur les feuilles pendant la végétation rendent compte de la distribution de l'attaque dans les parcelles plutôt que de la protection apportée par le produit. On se l'explique d'ailleurs facilement : à la date du 2 juin (première notation), une seule pulvérisation a été effectuée; à cette époque l'existence de foyers d'infection primaire ressort clairement, non seulement de l'observation générale des vignes d'essai mais aussi des notations. Il y a souvent plus de différence entre deux lots semblablement traités, mais éloignés l'un de l'autre, qu'entre l'un de ces lots et le témoin non traité le plus voisin; c'est ainsi que, dans les essais du deuxième degré, les lots situés dans une partie légèrement déclive et dont le sol est plus humide présentent un pourcentage de ceps attaqués supérieur à la moyenne des témoins; par exemple, sur trois lots traités avec le même produit, l'un présente 73 p. 100 de ceps mildiousés alors que les deux autres en ont seulement 28 p. 100.

Dans les essais du 1er degré on observe de même dès le 2 juin, l'apparition de foyers dans les lots traités respectivement par l'Ammoniure celluosique, l'hydrate de cuivre, la bouillie à 2 p. 100, la bouillie à 1 p. 100, l'hydrate de cuivre et un lot non traité; à la même date, nous trouvons des lots indemnes parmi des lots traités respectivement à l'ammoniure cellulosique, à la bouillie bordelaise à 2 et 1 p. 100 et non traités. Il découle de l'apparition de ces foyers, qu'à la date du 10 juin, les lots traités à la bouillie bordelaise à 2 p. 100 comptent 48,5 p. 100 de ceps atteints contre 45 p. 100 pour les lots témoins non traités, et 28 p. 100 seulement pour les lots traités à l'ammoniure cellulosique.

La note de défeuillaison nous paraît être celle qui rend le mieux compte de la protection de la vigne d'autant plus qu'elle est la seule qui permette de dégager l'efficacité de certaines pratiques; tel est le cas de l'emploi du sulfate d'ammoniaque lors de la dernière pulvérisation (5 août).

Une autre remarque s'impose en ce qui concerne la pesée de récolte; les chiffres obtenus ne représentent pas seulement les grappes ayant échappé aux attaques de Mildiou; l'invasion d'Oïdium signalée plus haut a influé grandement sur la récolte. Certains produits tels que la bouillie bordelaise à 2 p. 100 ont exercé sur les grappes une action protectrice, non seulement contre le Mildiou, mais aussi contre l'Oïdium.

Essais du premier degré.

Ces essais comprennent deux séries : la première porte sur des produits essayés sur 3 lots de 36 ceps chacun, répartis sur 3 lignes; la 2e série, annexée pour examiner des produits n'ayant pas fait jusqu'ici l'objet d'essais officiels sur vigne, a été réalisée sur 3 lots de 8 ceps chacun. Les lots en expérience ont été délimités et étiquetés sur la parcelle n° 3, de 0 ha. 75 de superficie, plantée en *Cabernet franc.*

Caractéristiques des produits et composition des bouillies. — Le tableau II donne la liste des produits essayés; le numéro affecté à chacun d'eux et reproduit dans les divers tableaux de notation les désigne au cours du présent travail. Les doses d'utlisation sont celles qui ont été imposées pour les essais, en vue d'économiser les produits actifs.

Produits 1, 2, 3, 4 et 25. — La *bouillie bordelaise* à diverses teneurs en sulfate de cuivre : 2 p. 100, 1 p. 100, 0,5 p. 100 et 0,2 p. 100, a servi de témoin de comparaison pour les produits à teneur en cuivre plus ou moins réduite. En particulier, la bouillie bordelaise à 2 p. 100 a été utilisée sur 10 lots de la 1re série répartis à diverses orientations dans la parcelle, de façon qu'entrent en jeu les différences tenant à l'exposition ou à l'humidité du terrain. La bouillie bordelaise à 1 p. 100 a servi de terme de comparaison dans les essais sur lots réduits.

TABLEAU II.

Nomenclature des produits (1er degré).

1re série.

Produit 1. Bouillie bordelaise à 2 kg. de sulfate de cuivre par hl.
— 2. Bouillie bordelaise à 1 kg. de sulfate de cuivre par hl.
— 3. Bouillie bordelaise à 500 g. de sulfate de cuivre par hl.
— 4. Bouillie bordelaise à 200 g. de sulfate de cuivre par hl.
— 5. Bouillie bordelaise à 1 % de sulfate de cuivre plus 0,2 % d'adjuvant P à base d'alcoylxanthate de soude.
— 6. Produit à base d'oxychlorure de cuivre employé à 750 g. par hl.
— 7. Cuivre colloïdal à 33 % de cuivre employé à 750 g. par hl.
— 8. Hydrosulfate basique de cuivre à 150 g. de cuivre par litre employé à 1 l. pour 150 l. d'eau.
— 9. Hydrate de cuivre à 6 % de cuivre sur matière sèche, employé à 250 g. de cuivre par hl.
— 10. Hydrate de cuivre à 6 % de cuivre sur matière sèche, employé à 125 g. de cuivre par hl.
— 11. Verdet neutre employé à 400 g. par hl.
— 12. Verdet neutre employé à 160 g. par hl.
— 13. Produit à base d'oxychlorure de cuivre employé à 0,4 % plus bouillie sulfocalcique M. employée à 1 l. par hl.
— 14. Bouillie bordelaise à 500 g. par hl. plus bouillie sulfocalcique S. employée à 1 l. par hl.
— 15. Ammoniure de cuivre cellulosique D. à 1,25 g. de cuivre par l. employé à 25 gr. de cuivre par hl.
— 16. Ammoniure de cuivre cellulosique S. à 15 g. de cuivre par l. employé à 25 g. de cuivre par hl.
— 17. Ammoniure de cuivre L. C. à 84 g. de cuivre par l. employé à 25 g. de cuivre par hl.
— 18. Composé organique actif plus 2.6 % de cuivre; employé à 1 kg. par hl.
— 19. Produit à base de 15-16 % de composé organométallique employé à 1 kg. par hl.
— 20. Composé à base de cuivre et d'arséniate; employé à 700 g. par hl.

2me série (Essais sur lots réduits).

Produit 21. Produit à base de sulfate neutre d'ortho-oxyquinoléine employé à 3 kg. par hl.
— 22. Sulfate de cuivre à 250 g. par hl. plus permanganate de potasse à 250 gr. par hl. plus adhésif spécial à 50 g. par hl.
— 23. Neutralisant à base de chaux et de phosphate trisodique employé à 3 kg. par hl.
— 24. Neutralisant ci-dessus employé à 3 kg. par hl. + solution de sulfate de cuivre à 500 g. par hl.
— 25. B. bordelaise à 1 kg. de sulfate de cuivre par hl.
— 26. Ammoniure de cuivre dissocié sur charge T, à 6,85 % de cuivre sur sec; employé à 25 g. de cuivre par hl.
— 27. Ammoniure de cuivre dissocié sur charge S, à 6,20 % de cuivre sur sec; employé à 25 g. de cuivre par hl.
— 28. Identique au produit 19, employé à 1 kg. par hl.
— 29. Identique au produit 20, employé à 700 g. par hl.

La bouillie bordelaise a été préparée avec du sulfate de cuivre neige et de la chaux agricole en poudre. Le lait de chaux était ajouté à la solution de sulfate de cuivre, jusqu'à alcalinité contrôlée par le virage du papier de tournesol.

Produit 5. — Bouillie bordelaise à 1 p. 100 additionnée d'un *adjuvant à base d'alcoylxanthate de soude.* Cet adjuvant se présente sous forme d'une poudre lamellaire de couleur blanc crème, soluble dans l'eau, possèdant une légère odeur alliacée; ce produit donne à la bouillie une belle couleur cendre verte; les appareils se remplissent plus facilement qu'avec la bouillie bordelaise seule; le jet sort bien, la feuille est largement mouillée, le produit marque bien.

Produit 6. — Ce produit à base d'*oxychlorure de cuivre* est une poudre bleue que nous avons employée à la dose de 750 grammes par hectolitre; le produit, à l'application, marque aussi bien que la bouillie bordelaise à 2 p. 100.

Produit 7. — Le produit « colloïdal » à 33 p. 100 de cuivre est une poudre vert clair. Employé à la dose prescrite de 750 grammes par hectolitre, il devait donner dans l'eau une suspension cuprique colloïdale, mais la bouillie obtenue dépose assez rapidement dans les bacs; elle marque aussi bien que la bouillie bordelaise.

Produit 8. — *L'hydrosulfate basique de cuivre* à 150 grammes de cuivre par litre est une pâte fluide, gris verdâtre, qui laisse surnager une partie aqueuse incolore. Nous l'avons employé à la dose de 1 litre pour 150 litres d'eau; le produit marque moins que la bouillie bordelaise, mais plus que l'ammoniure.

Produits 9 et 10. — *L'hydrate de cuivre* se présente sous forme d'une pâte mi-dure, grisâtre, peu homogène; des blocs d'argile rouge sont disséminés dans la masse et se délayent difficilement dans l'eau. Le produit contenant 36 p. 100 d'humidité et 6 p. 100 de cuivre sur le produit sec, a été employé à la dose de 250 grammes de cuivre par hectolitre dans l'essai 9 et de 125 grammes de cuivre par hectolitre dans l'essai 10. La bouillie abandonne un fort dépôt dans les bacs, mais mouille bien la feuille. Le produit ayant fait défaut n'a pu être appliqué aux 3e et 4e traitements où les lots ont été traités à la bouillie à 1 p. 100. Les lots correspondants ne sont pas entrés dans les notations.

Produits 11 et 12. — *Le Verdet neutre* a fait l'objet des essais 11 et 12 aux doses respectives de 400 et 160 grammes par hectolitre. Le Verdet mis à notre disposition était une poudre cristalline vert foncé, de très bel aspect. Le produit marque faiblement à l'application.

Produit 13. — La *bouillie sulfocalcique M* employée en addition à un produit à base d'oxychlorure (le même que celui expérimenté sous le n° 6) se présente sous l'aspect classique d'une suspension de soufre dans une solution brune de polysulfures. Au produit cuprique, employé à la dose de 400 grammes par hectolitre, on ajoute la bouillie M à la dose de 1 litre par hectolitre; la bouillie obtenue prend une teinte vert-jaunâtre et marque moins bien que celle obtenue avec la bouillie sulfocalcique S; elle adhère cependant bien à la feuille.

Produit 14. — La *bouillie sulfocalcique S*, employée en addition à la bouillie bordelaise

à 0,5 p. 100 à la dose de 1 litre par hectolitre, a un aspect analogue à celui de la bouillie M. La bouillie prend une teinte rouille, par précipitation de sulfure colloïdal de cuivre Le produit obtenu se voit bien à l'application; la goutte est de dimension extrêmement réduite, la feuille est régulièrement mouillée, mieux qu'avec la bouillie bordelaise seule.

Produits 15 et 16. — Sous la dénomination *Ammoniure de cuivre cellulosique D* nous avons employé la solution à 25 grammes de cuivre par hectolitre préparée à partir d'une solution concentrée commerciale utilisée pour le traitement de l'ensemble du vignoble de la Grande Ferrade.

L'*ammoniure de cuivre cellulosique* S se présente sous la forme d'un sirop bleu gris épais, sentant fortement l'ammoniaque, riche en cellulose dissoute, contenant 15 grammes de cuivre par litre.

La préparation au vignoble des ammoniures cellulosiques est délicate du fait que le délayage doit être réalisé avec beaucoup de précautions si on veut éviter la précipitation de la cellulose, sous forme de chevelu, flottant dans la masse et obstruant les appareils. L'odeur d'ammoniaque déplaît aux ouvriers, le produit est à peine visible à l'application.

Produit 17. — L'*ammoniure de cuivre L. C.* est une liqueur bleue, fluide, ayant l'aspect de la liqueur de Schweitzer et sa forte odeur d'ammoniaque, contenant 84 grammes de cuivre par litre.

La dilution du produit, pour l'amener à la teneur d'emploi de 25 grammes de cuivre par hectolitre s'est opérée beaucoup plus facilement qu'avec les produits 15 et 16; on avait pris soin, comme il était recommandé par les fabricants, de dissoudre un peu de cellulose, sous forme de papier filtre, dans le produit concentré, avant dilution. Le produit L. C. est peu visible à l'application, comme les produits 15 et 16.

Produit 18. — Poudre gris clair, contenant 26 p. 1.000 environ de cuivre et un *composé organique actif*. Nous l'avons employé à la dose de 1 kilogramme par hectolitre; au délayage, extrêmement facile, il donne un lait jaunâtre mousseux, sans dépôt; il marque bien, en traînées blanchâtres.

Produits 19 et 28. — Ce produit à base d'un composé *organo-métallique* est une poudre blanc-crème; employé suivant les indications du fabricant à la dose de 1 p. 100, il se délaye facilement dans l'eau en donnant un lait blanchâtre, mousseux, marquant bien. Il ne contient pas de cuivre.

Ce produit nous étant parvenu après l'exécution du 1er traitement général n'a été appliqué qu'à partir du 2e traitement : dans la 1re série d'essais (n° 19) sur des lots ayant reçu un traitement à la bouillie bordelaise à 1 p. 100, dans la série d'essais sur lots réduits (n° 28), sur des ceps n'ayant jusque là reçu aucun traitement.

Produits 20 et 29. — Ce produit est une poudre vert-bleu pâle, à base de *cuivre* et *d'arséniate*, que nous avons employée à la dose de 700 grammes par hectolitre; on obtient une bouillie laiteuse, d'application facile; comme pour le produit 19, ce produit a été employé à partir du 2e traitement sur lot traité à la bouillie bordelaise à 1 p. 100 dans la 1re série, sur lot non traité dans la série des lots réduits.

Produit 21. — Ce produit à base d'*ortho-oxyquinoléine* se présente sous forme d'une poudre blanc-crème contenant, comme produit actif, 2,75 p. 100 de sulfate neutre d'o-oxyquinoléine. Employé à la dose de 3 p. 100, il se délaye facilement et marque bien.

Produit 22. — Sous ce numéro nous avons employé la formule suivante (par hl.) :

Sulfate de cuivre neige, 250 grammes;

Permanganate de potasse commercial, 250 grammes;

Adhésif spécial, 50 grammes.

L'adhésif spécial se présente sous l'aspect d'une pâte de cellulose blanchie. La bouillie ainsi obtenue mouille parfaitement les feuilles et marque bien à l'application, par suite de la teinte violacée du permanganate; mais elle est à peine visible, aussitôt après séchage.

Produits 23-24. — Le *neutralisant* à base de *chaux* et de *phosphate trisodique* qu'on nous a demandé d'expérimenter à la dose de 3 p. 100 est une poudre violacée contenant 50 p. 100 de chaux, 2 p. 100 de phosphate trisodique, 15 p. 100 de chlorure de sodium, 15 p. 100 de kaolin coloré au bleu de méthylène. Le produit se délaye difficilement dans l'eau; des blocs de chaux, vraisemblablement carbonatée, forment au fond des récipients, un dépôt abondant donc inutilisable. Le produit employé seul dans l'eau ou ajouté à une solution à 500 grammes de sulfate de cuivre par hectolitre marque très bien sur la feuille.

Produit 26. — L'*ammoniure dissocié sur charge T* contient 6,85 p. 100 de cuivre sur sec; c'est une pâte très épaisse, gris-bleu, contenant 43.25 p. 100 d'humidité. Le délayage se fait assez facilement, le produit, amené à la dose de 25 grammes de cuivre par hectolitre, mouille bien la feuille, mais marque peu. Le cuivre est en grande partie à l'état d'hydrate.

Produit 27. — L'*ammoniure dissocié sur la charge S* est une pâte bleue, contenant 63,07 p. 100 d'humidité et 6,2 p. 100 de cuivre total. Le produit, amené à doser 25 grammes de cuivre par hectolitre, mouille bien la feuille, mais marque peu. Il s'agit encore principalement d'hydrate de cuivre.

Les traitements. — Les traitements ont été effectués aux dates préconisées par le Service de la Protection des végétaux (Station d'avertissements agricoles du Sud-Ouest) :

1er traitement, 19-20 mai;

2e traitement, 12-13 juin;

3e traitement, 25-26 juin;

4e traitement, 16-17 juillet.

Ils ont été effectués par beau temps, chaud et sec, parfois venteux. Cependant, dans la

matinée du 13 juin, une forte pluie orageuse obligeait à interrompre les traitements à 10 heures et à les reprendre sur lots réduits, à 14 heures seulement, sur feuillage parfaitement sec. Une forte pluie dans la nuit du 20 au 21 mai et la pluie du 13 juin au matin ont soumis les produits répandus sur les lots en expérience à une épreuve de lessivage qui a permis d'observer la bonne tenue de certains produits, en particulier de la bouillie bordelaise.

Les traitements ont été faits par le personnel agricole du domaine sous la surveillance des auteurs de la présente note.

On a pris soin de relever, pour chaque produit, les quantités employées pour effectuer le traitement, ce qui a permis de grouper dans le tableau III la quantité de bouillie employée par hectare et la quantité de cuivre dispersée par hectolitre et par hectare pour l'ensemble des 4 traitements, ces données étant à considérer dans le classement final des produits.

Tableau III.

Quantités de bouillie et de cuivre employées pour 4 traitements (1er degré).

PRODUIT.	NOMBRE DE CEPS.	BOUILLIE PAR		CU DISPERSÉ PAR	
		CEP en litres.	HECTARE en hectolitres.	HECTOLITRE. en g.	HECTARE en kg.
1	447	0.824	37	500	18,500
2	114	692	31	250	7,500
3	114	878	39	125	4,875
4	114	828	37	50	1,850
5	114	792	28	250	7
6	114	810	36	250	9
7	114	850	38	250	9,500
8 (1)	114	755	34	100	3,400
11	114	775	35	125	4370
12	114	822	37	50	1,850
13	114	660	30	125	3,750
14	111	681	30	125	3,750
15	111			25	
16	111	798	36	25	0,900
17	111	821	37	25	0,925
18	111	672	29	26	0,754
19	111	498 (2)	22	0	0
20	111	551 (2)	24	?	?
21	24	727	33	0	0
22	24	934	42	62.5	2625
23	24	854	38	0	0
24	24	955	43	125	5,375
25	48	735	33.5	250	8,375
26	24	758	34	25	0,850
27	24 (3)	603	27	25	0,675
28	24 (4)	498	22	0	0
29	24 (4)	551	24	?	?

(1) Les produits 9 et 10 n'ayant pu être appliqués aux 3e et 4e traitements sont abandonnés.

(2) Les chiffres sont donnés pour 3 traitements, le premier a été fait à la bouillie bordelaise à 1 %.

(3) Les chiffres sont donnés pour 3 traitements : Accident au 1er traitement.

(4) Les chiffres sont donnés pour 3 traitements faits sur lots témoins au 1er traitement.

Les notations. — Nous avons tout d'abord procédé aux notations sur feuilles groupées dans le tableau IV.

Tableau IV.

Notations sur feuilles (1er degré).

Produits.	Visibilité (1). 22 mai.	Visibilité (1). 4 juin.	Observations des taches. 2 juin (3).	Observations des taches. 10 juin (2).	Observations des taches. 29 juin (3).	Défeuillaison. 28 sept (4).	Classement.
1......	4	4	26,5	48,5	7	18,4	2
2......	2	2,6	22	36	8	18,6	1
3......	0,5	0	19,5	27,5	5	16,6	5
4......	3	3,3	19,5	47	8	14	9
5......	2,6	3,3	30	47	8	17,6	4
6......	3,3	3	33,5	60	11	15,3	8
7......	3	2,3	25	41	6	16	6
8......	2,3	3	19,5	33,5	8	13,5	10
11......	0	1	39	72	8	15,6	7
12......	0,5	0,33	19,5	41	8	13,6	11
13......	3	2	25	39	10	13,3	12
14......	3,3	3,6	19,5	36	8	18,3	3
15......	1,6	1,6	16,5	28	10	4,6	18
16......	0,5	0,8	36	50	12	6	16
17......	1,3	0,6	16,5	36	11	5,6	17
18......	2,5	2,3	19,5	36	10	11,6	15
19......	–	–	–	–	9	12	14
20......	–	–	–	–	9	12.3	13
Témoins.	0	0	26,5	45	15	1	19
21......	3	1,16	19,5	28	21	1	9
22......	0,3	0	25	33,5	21	16,6	2
23......	3,6	3	19,5	41	20	1,3	8
24......	4,4	4	14	33,5	21	15,6	3
25......	3,3	3,15	20,5	30	17	18,3	1
26......	1,3	0,3	14	28	20	5,6	5
27......	1,8	1,3	19,5	36	19	3,6	7
28......	–	–	–	–	15	5,6	5
29......	–	–	–	–	14	[6	4
Témoins.	0	0	25	54	17	1	9

(1) La visibilité a été notée de 0 à 4 dans la première notation faite le 22 mai, après le traitement du 19 mai, suivi d'une pluie de 0 mm. 6 le 21 et de 0 mm. 8 le 22.

(2) Pourcentage de ceps atteints chacun portant au moins une feuille avec tache ou efflorescence de mildiou. Le 20 juin tous es ceps en expérience sont attaqués.

(3) Nombre de feuilles, par cep, présentant 6 cm² de taches.

(4) Cette note correspond au pourcentage de feuilles restant sur les ceps.

Note de visibilité. — Nous avons comparé les divers produits aux témoins non traités (note 0) et à la bouillie bordelaise à 2 p. 100 (note 4), aussitôt après le 1er traitement,

puis huit jours après; nous voyons que le classement reste sensiblement le même, mais la visibilité augmente par séchage ou au contraire diminue avec le temps. Cette note ayant été mise après un seul traitement, donne sur le pouvoir marquant une indication dont il ne faut pas exagérer la valeur, car elle dépend beaucoup, par exemple pour les bouillies bordelaises, de la qualité de la chaux.

Notation de la maladie sur feuilles. — Nous avons tout d'abord noté, pour chaque lot, *le nombre de ceps atteints* (notations des 2, 10 et 20 juin); puis laissant à la maladie le temps de se développer, nous avons attendu le 29 juin pour reprendre les notations sur feuilles et procéder à une évaluation de l'importance de la maladie, sur chaque lot, en comptant, par cep, le *nombre de feuilles portant au moins* 6 centimètres carrés de taches blanches de Mildiou.

Nous donnons, pour chaque produit, la moyenne obtenue entre les 3 lots.

Ces notations sur feuilles ne nous permettent pas de juger de l'efficacité des produits, mais simplement, comme nous le disions dans le chapitre précédent, d'apprécier l'intensité du développement de la maladie et la répartition des foyers.

Note de défeuillaison. — Cette note seule, en ce qui concerne la feuille, a une importance dans le classement des produits, et une importance capitale. Au moment où elle a été donnée, le 28 septembre, tous les traitements ont été effectués et la récolte a été faite; la maladie a pu suivre son complet développement si le produit appliqué n'a pas été efficace; d'ailleurs, dès le mois d'août, la défeuillaison commençait à apparaître nettement sur les ceps les moins protégés et la vitalité d'un cep ne pourrait que diminue rapidement s'il était soumis plusieurs années de suite à une défeuillaison précoce.

Nous joignons à notre rapport une série de photographies prises les 2 et 3 octobre confirmant par l'image les notes de défeuillaison (Fig. I, II et III).

Notations sur grappes. — Nous avons complété les notations par l'observation des grappes; les résultats obtenus sont consignés dans le tableau V.

— *Nombre de grappes* (y compris les grappillons) *attaquées,* pour 100, au 20-24 juillet : Le classement obtenu est déjà voisin du classement final, l'efficacité des produits se montrant plus nettement sur grappes que sur feuilles.

— *Fraction de la grappe sauvée* au 31 juillet : Mais nous avons tenu à préciser davantage les résultats obtenus en évaluant la fraction de la grappe (non compris les grappillons) visiblement sauvée au 31 juillet, à la veille de la véraison.

— *Poids de vendange récoltée* pour 100 pieds : Enfin, pour compléter les notations sur grappes, nous avons procédé à la pesée de la vendange, et nous donnons le poids de raisin récolté pour 100 pieds, pour chaque produit.

TABLEAU V.

Notations sur grappes (1er degré).

PRODUITS.	POURCENTAGE DE GRAPPES attaquées 20-24/7.	CLASSEMENT.	FRACTION DE GRAPPE SAUVÉE AU 31 JUILLET. Note.	Classement.	POIDS DE VENDANGE récolté par 100 ceps le 25 septembre en kilogrammes.	CLASSEMENT.
—	—	—	—	—	—	—
1	26,5	1	93 ± 0,5 [1]	1	92,2	3
2	31	3	87 ± 1	4	70	10
3	49,6	9	86,25 ± 0,5	7	72	9
4	66,6	11	81,25 ± 1	12	55,5	15
5	31	3	93 ± 0,75	2	100	1
6	63,3	10	84,5 ± 1	9	65,2	14
7	36	5	89 ± 1	5	77,5	6
8	67	13	77,5 ± 2,25	15	67,7	13
11	47	8	81,2 ± 2,25	11	77	7
12	67	12	81,25 ± 0,75	13	67,7	12
13	74	16	80 ± 2	10	78,3	5
14	75	17	77 ± 4,35	14	69,7	11
15	69	14	73,75 ± 1,55	16	46,3	17
16	71	15	66 ± 2,5	17	44,3	18
17	76	18	66 ± 2,5	18	46,6	16
18	40	6	87 ± 1,5	8	99,4	2
19	29	2	90,5 ± 1,5	3	82	4
20	45	7	88 ± 0,5	6	75,8	8
Témoins	77,8	19	54 ± 2,25	19	26,2	19
21	56	8	63,75 ± 4,5	8	23,3	9
22	20	1	83,75 ± 3,25	2	61	3
23	75	9	49,5 ± 3,85	10	42,5	5
24	42	4	77,5 ± 3	4	75,4	2
25	30,5	1	87 ± 2,7	1	77,5	1
26	48	6	70,5 ± 3,2	7	36,2	8
27	48	5	70 ± 1,35	6	42,5	6
28	40	3	77,5 ± 3,45	3	40	7
29	54	7	73,75 ± 2,45	5	57,5	4
Témoins	77	10	49,5 ± 3,85	9	22	10

[1] L'erreur probable a été calculée suivant la formule de Student $0{,}6745\sqrt{\dfrac{\Sigma d^2}{n(n-1)}}$

n = nombre de lots.

d = différence entre chaque résultat et la moyenne.

DISCUSSION DES RESULTATS. — Nous avons procédé au classement général des produits en tenant compte des trois notes auxquelles nous attribuons une signification :

I. Fraction de la grappe sauvée au 31 juillet.
II. Poids de vendange récoltée pour 100 ceps.
III. Note de défeuillaison.

Le tableau VI tient compte à la fois de la défeuillaison et de la récolte obtenue.

Le cuivre demeure l'élément efficace, par excellence, contre le mildiou. Nous croyons donc nécessaire de rapprocher du classement final les quantités de cuivre appliquées sur vigne par hectare, pour chaque produit. Toutefois, pour l'application en viticulture et avant de choisir un produit, il faudrait considérer s'il a été employé, dans nos essais,

dans les conditions optima d'efficacité, en tenant compte à la fois de la teneur en cuivre, du nombre de traitements, de la date des traitements.

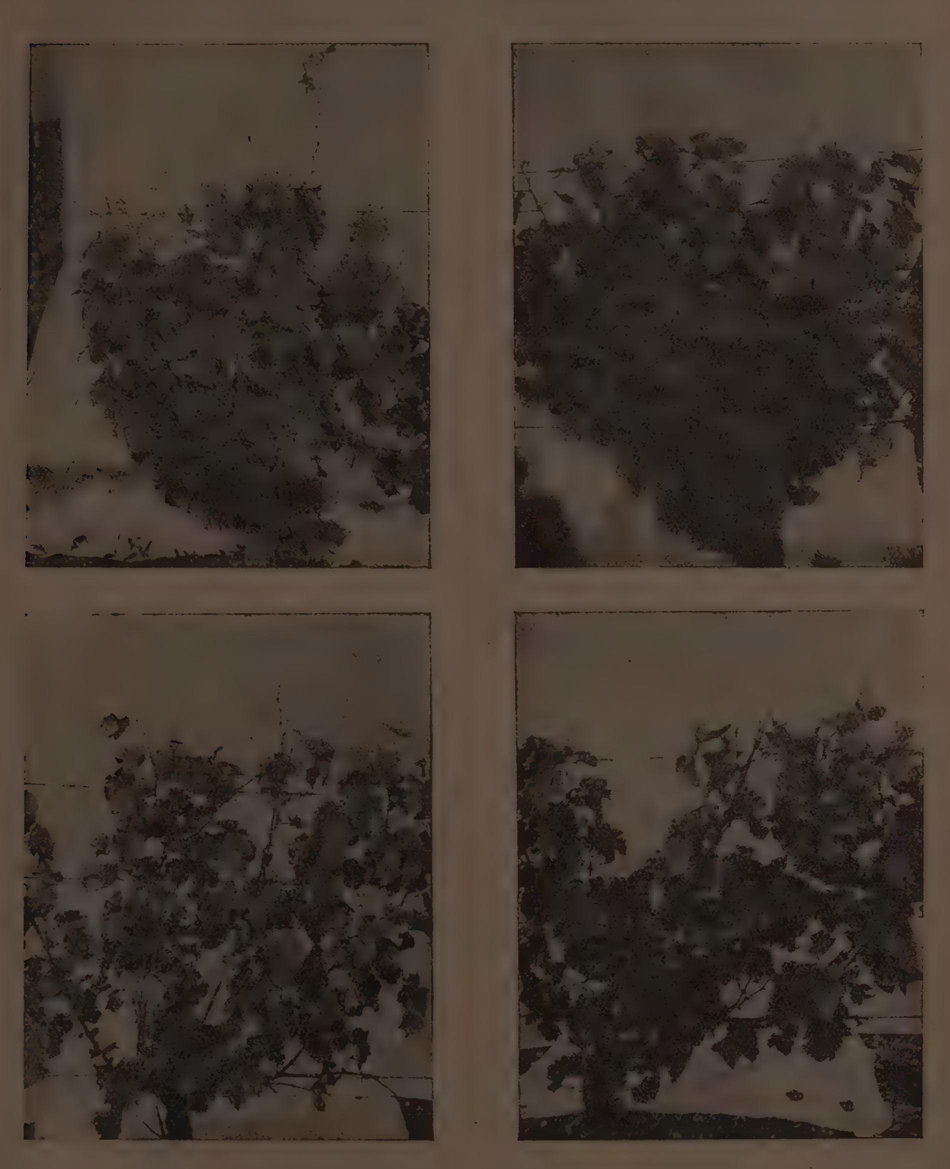


Fig. I. — En haut, à gauche, bouillie bordelaise à 2 p. 100;
à droite, bouillie bordelaise à 1 p. 100 + Adjuvant P. (5).
En bas, à gauche, hydrosulfate de cuivre (8); à droite, cuivre colloïdal (7).

La bouillie bordelaise à 1 p. 100 additionnée d'adjuvant à base d'alcoylxanthate de soude, qui se classe n° 1 avec de la bouillie bordelaise à 2 p. 100, a nécessité 7 kilo-

grammes de cuivre contre 18 kilogr. 5 pour la bouillie à 2 p. 100, dans les conditions où nous avons opéré. Le produit 18 employé seulement à 1 p. 100 dans nos essais a été très efficace sur grappes, moins sur feuilles. Vu sa faible teneur en cuivre, on doit conclure à l'utilité du produit organique qu'il contient (fig. III).

Le « cuivre colloïdal » a dispersé plus de métal que la bouillie bordelaise à 1 p. 100, sans avoir une efficacité supérieure (fig. I). Le verdet neutre et l'oxychlorure de cuivre prennent place ensuite, dans le classement général.

Tableau VI.

Récapitulation des résultats (1er degré).

PRODUITS.	CU DISPERSÉ PAR HECT. EN KG. (4 traitements).	CLASSEMENT DES PRODUITS D'APRÈS LES NOTATIONS [3].				CLASSEMENT FINAL.
		I.	II.	III.	Tot	
1. Bouillie bordelaise à 2 p. 100	18,5	1	8	2	6	1
5. Bouillie bordelaise à 1 p. 100 + xanthate P.	7	2	1	4	7	
2. Bouillie bordelaise à 1 p. 100	7,5	4	10	1	15	2
7. Cuivre colloïdal	9,5	5	6	6	17	
3. Bouillie bordelaise à 0,5 p. 100	4,875	7	9	5	21	3
19. A base de composé organo-métallique non cuprique [1]	0	3	4	14	21	
11. Verdet neutre à 0,4 p. 100	4,370	11	7	7	25	4
18. A base de cuivre et de composé organique actif.	0,754	8	2	15	25	
13. Oxychlorure de cuivre + bouillie M.	3,750	10	15	12	27	5
20. A base de cuivre et d'arséniate [1]	?	6	8	13	27	
14. Bouillie bordelaise à 0,5 p. 100 + bouillie S.	3,750	14	11	3	28	
6. Oxychlorure de cuivre	9	9	14	8	31	6
4. Bouillie bordelaise à 0,2 p. 100	1,850	12	14	9	36	7
12. Verdet neutre à 0,16 p. 100	1,850	13	12	11	36	
8. Hydrosulfate basique de cuivre	3,400	15	13	10	38	8
15. Ammoniure de cuivre cellulosique D.	—	16	17	18	51	9
16. Ammoniure de cuivre cellulosique S	0,900	17	18	16	51	
17. Ammoniure de cuivre L. C.	0,925	18	16	17	51	
Témoins	0	19	19	19	57	10
25. Bouillie bordelaise à 1 p. 100	8,375	1	1	1	3	1
22. SO^4 Cu + Mu O^4 K + adhésif spécial	2,625	2	3	2	7	2
24. Neutralisant à base de chaux et de phosphate trisodique + sulfate de cuivre	5,375	4	2	3	9	3
29. Identique au produit 20 [2]	?	5	4	4	14	4
28. Identique au produit 19 [2]	0	3	7	5	15	5
27. Ammoniure dissocié sur charge S.	0,625	6	6	7	19	6
26. Ammoniure dissocié sur charge T.	0,850	7	8	5	20	7
23. Neutralisant à base de chaux et phosphate trisodique	0	10	5	8	23	8
21. Produit à base de sulfate neutre d'orthooxyquinoléine.	0	8	9	9	26	9
Témoins	0	9	10	9	28	10

[1] Le premier traitement a été effectué à la bouillie bordelaise à 1 p. 100.

[2] 3 traitements ont été effectués sur des lots non traités au premier traitement.

[3] Nous rappelons que la note I = Fraction de la grappe sauvée au 31 juillet; II = Poids de vendange récolté pour 100 ceps; III = Note de défeuillaison.

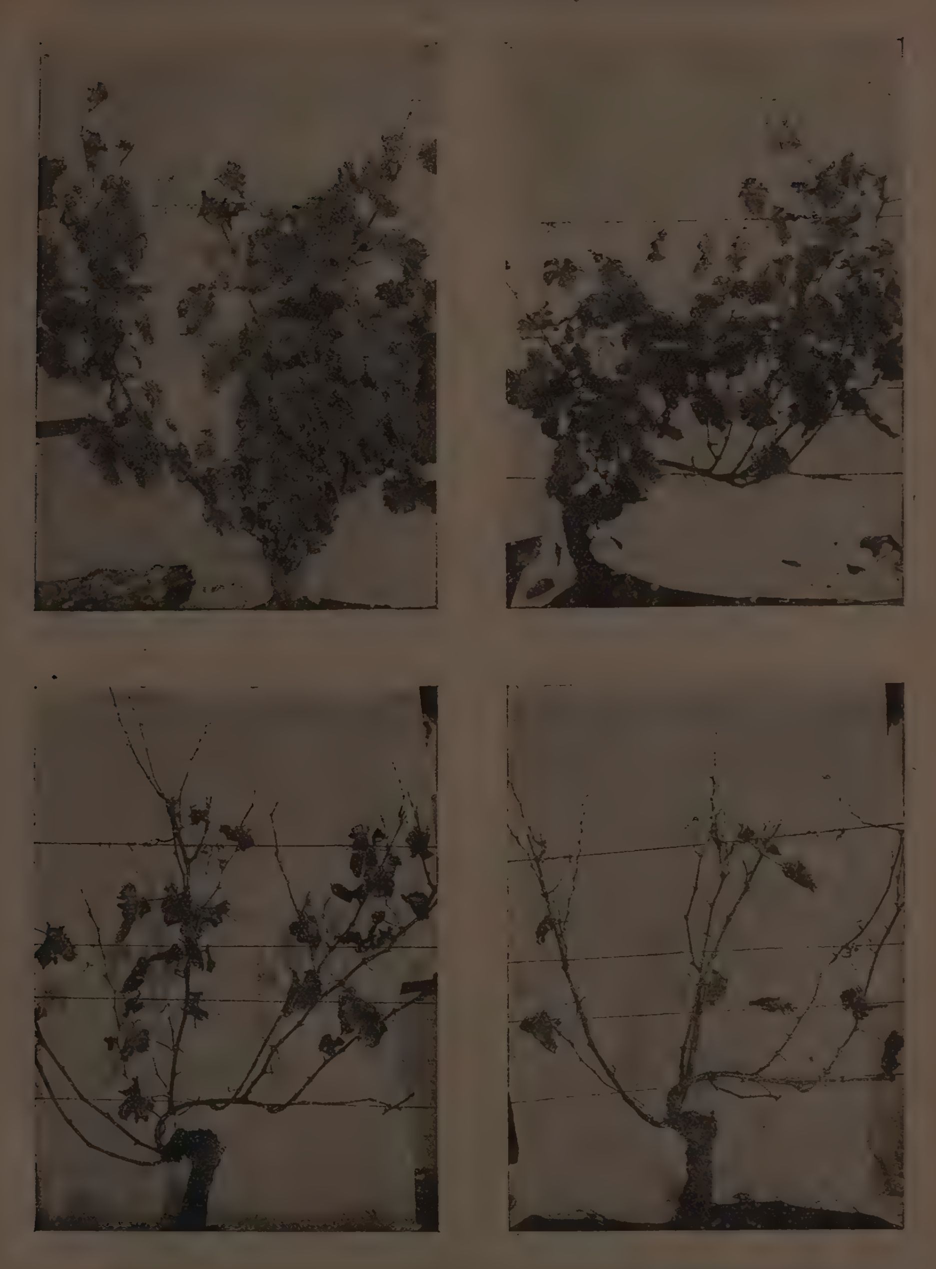


Fig. II — En haut, à gauche, bouillie à 0,5 p. 100 + bouillie sulfocalcique S (14); à droite, oxychlorure de Cu + bouillie sulfocalcique M (13).
En bas à gauche, ammoniure de cuivre cellulosique D (15); à droite, témoin non traité.

Les différents ammoniures (Fig. II) se classent en fin de série, mais il y a lieu de considérer la quantité infime de cuivre dispersée par hectare, dans les conditions de nos

expériences. Nous notons que si certains produits comme celui à base d'orthooxy-quinoléine (21, Fig. III) et le neutralisant à base de chaux et de phosphate trisodique (23, Fig. III) employé seul, doivent être abandonnés, il serait intéressant de reprendre des essais avec les produits 19 et 20 dont l'application n'a pas été faite dans les conditions normales, comme il a été indiqué plus haut.

Nous croyons utile également de reprendre des essais avec les bouillies 13 et 14 (Fig. II) qui semblent, la bouillie S (14) en particulier, avoir favorisé le développement de la végétation au début de la campagne, développement qui, dans les conditions où ont été faites les applications de produits, n'a peut-être pas toujours permis d'atteindre suffisamment la grappe au moment du traitement.

Enfin, sur les lots traités au sulfate de cuivre additionné de permanganate de potasse et d'adhésif spécial, nous notons également un développement particulièrement net du feuillage, peut-être dû à l'apport de potasse (Fig. III).



Fig. III. — En haut, à gauche, produit M = 20 (4 traitements seulement); à droite, S = 19 (4 traitements seulement).
En bas, à gauche, produit 18 = W (5 traitements);
à droite, essais réduits présentant de droite à gauche : Bouillie bordelaise à 2 p. 100, produits 21, 22, 23, 24 et témoin dont le rameau dénudé se détache sur blouse blanche.

Essais du deuxième degré.

Les essais du deuxième degré ont été disposés dans la parcelle 4 attenant à la parcelle 3, plantée en même cépage sur des lots de 3 lignes, de 20 ceps chacune, en trois répétitions pour chaque produit, les lots témoins non traités comprenaient chacun 2 lignes contiguës à chaque groupe de 2 produits.

Un champ d'expérience annexe comprenait quelques produits commerciaux à teneur en cuivre réduite ou nulle; des lots de 3 lignes de 44 ceps chacune, constituent une répétition pour un certain nombre de produits examinés d'autre part, dans les essais du premier ou du deuxième degré.

Produits et application. — Le produit choisi comme terme de comparaison est la bouillie bordelaise à différentes teneurs en sulfate de cuivre, préparée par addition à la solution de sulfate de cuivre, de lait de chaux jusqu'à légère alcalinité au tournesol.

Les essais proprement dits portent sur :

— un gel d'alumine en addition à des bouillies bordelaises;
— une solution simple de sulfate de cuivre;
— un ammoniure de cuivre cellulosique;
— une solution de sulfate d'ammoniaque à 2 pour 1.000 pour le dernier traitement.

Parmi les bouillies alumino-cupriques, proposées en application du procédé Willaume, le choix a porté sur les formules à base de bouillies bordelaises faibles (0,5 et 1 p. 100). Le *Gel d'alumine* concentré était obtenu en versant une solution de sulfate d'alumine (400 g. dans 5 litres d'eau) dans une solution d'aluminate de soude (300 grammes dans 5 litres d'eau). Ce gel d'alumine constitue un bon marquant.

La *solution de sulfate de cuivre* était préparée en tenant compte de la teneur en calcaire de l'eau du domaine : l'eau de la Grande Ferrade précipitant 0 gr. 71 de sulfate de cuivre par litre, la préparation d'un hectolitre nécessitait 271 grammes de sulfate de cuivre. La solution était préparée la veille du traitement et employée après décantation.

L'*ammoniure de cuivre cellulosique D,* identique à la solution 15 utilisée pour les essais du premier degré, a été obtenu en délayant la solution concentrée de façon à éviter toute précipitation de cellulose. L'emploi de l'ammoniure de cuivre contre le Mildiou de la vigne avait été proposé, dès 1885, en Gironde, par Bellot des Minières; en 1941, M. l'abbé Dubaquié l'avait fait expérimenter dans le vignoble girondin sous une forme nouvelle comportant l'adjonction de cellulose dissoute.

Une solution de *sulfate d'ammoniaque* à 2 p. 1000 a été employée comme cinquième traitement, consécutif à quatre traitements à la bouillie bordelaise; le principe de ce procédé est d'économiser le cuivre en resolubilisant le métal déposé sur les feuilles par les pulvérisations précédentes.

Les lots M, S, X et W ont été traités respectivement avec les produits numérotés 20, 19, 8 et 18 dans les essais du premier degré.

Dans le tableau suivant, les produits sont indiqués dans l'ordre où ils sont utilisés au vignoble; la lettre indicative (A, B, C, etc.) est reproduite dans les tableaux de notation.

TABLEAU VII.

Produits utilisés (2e degré).

A. Bouillie bordelaise à 0,5 p. 100 de sulfate de cuivre.
B. — à 0,5 p. 100 + gel d'alumine.
C. — à 1 p. 100.
D. — à 1 p. 100 + gel d'alumine.
E. Les 4 premiers traitements ont été effectués à la bouillie bordelaise à 1 p. 100; le 5e traitement avec le sulfate d'ammoniaque à 2 p. 1 000.
F. Bouillie bordelaise à 2 p. 100.
G. Ammoniure de cuivre cellulosique D à 25 g. de Cu par hl.: identique au produit 15 des essais du 1er degré.
H. Solution de sulfate de cuivre contenant 200 g. de sulfate dissous par hl.

Annexe.

M. Produit à base de cuivre et d'arséniate employé à 700 g. par hl.; identique au produit 20 du 1er degré.
S. Produit à base de composé organo-métallique, employé à 1 p. 100, identique au produit 19 du 1er degré.
X. Hydrosulfate basique de cuivre à 150 g. de Cu par hl. employé à 1 l. pour 150 l. d'eau; identique au produit 8 du 1er degré.
W. Produit à base de cuivre et de composé organique actif, employé à 1 p. 100; identique au produit 18 du 1er degré.
T. Témoin non traité.

Les traitements ont été effectués d'après les indications fournies par le Service de la Protection des Végétaux et achevés dans la journée.

1er	traitement	19 mai	à raison de	17,7 l.	pour 100 ceps.
2e	—	12 juin	—	17,1 l.	—
3e	—	26 mai	—	19,5 l.	—
4e	—	17 juillet	—	17,3 l.	—
5e	—	6 août	—	19,1 l.	—

Cependant, dans le groupe annexe, les produits S et M nous étant parvenus après le 19 mai, les lots correspondants n'ont reçu que les quatre traitements ultérieurs.

Le premier traitement a été réalisé le 19 mai par beau temps chaud et sec : le lendemain matin, vers 7 heures, il tombait quelques gouttes de pluie, puis la journée continuait chaude et belle comme la veille. Ces conditions étaient éminemment favorables à l'extension de la maladie et il y avait tout lieu d'apprécier cette réalisation si opportune de la protection de la vigne. De même, le deuxième traitement, effectué le 12 juin, s'est trouvé réalisé en temps utile pour protéger les jeunes organes contre l'infection secondaire entraînée par la pluie importante du 13 juin au soir.

Le troisième traitement a été effectué le 26 juin, par beau temps sec, peu avant la fin de la période sèche. Le quatrième traitement, le 17 juillet, en pleine période critique pour la vigne comme l'indiquent, et de longue date, les observations en Gironde, précède de peu l'apparition du Rot-brun. Enfin, le 6 août, au début de la véraison, un cinquième traitement a protégé les jeunes feuilles et l'aoûtement des rameaux.

Les quantités de produits utilisées ont été calculées pour 100 ceps, d'après les mesures faites pour les divers produits, la plupart étant communes aux essais du premier et du deuxième degré. Les chiffres que nous donnons constituent une moyenne et sont destinées à mettre en évidence les variations de la quantité de bouillie utilisée au cours de la végétation de la vigne.

On voit que les troisième et cinquième traitements exigent une quantité de liquide plus grande que le premier et le deuxième; cela provient évidemment de l'accroissement des rameaux, de l'augmentation de la surface et du nombre des organes à protéger, surtout des feuilles. Cette influence du nombre de feuilles est mise en évidence par le quatrième traitement, pour lequel la quantité de liquide utilisée est la même que dans les premier et deuxième traitements. Les vignes ont été «rognées» le 15 juillet; la suppression de la partie terminale des rameaux entraîne une réduction du liquide employé.

Notations. — Le tableau VIII donne les moyennes des notations faites sur les trois

Tableau VIII.

Notations sur feuilles (2e degré).

PRODUITS.	VISIBILITÉ [1].	P. 100 DE CEPS ATTAQUÉS. 5 juin.		11 juin.		NOMBRE MOYEN de feuilles attaquées 27 juin.		DÉFEUILLAISON 2 octobre.
—	—	—		—		—		—
A.	2	38	51 [2]	40	61 [2]	109	154 [2]	17,5
B.	3	25		30		119		15,6
C.	3	35	49	42,6	60	145	172	16,6
D.	4	51		51,6		172		16,3
E.	3	33	39	38,5	57,5	134	183	17
F.	3-4	30		48,2		108		19
G.	1	39	44	45,7	59	132	148	8
H.	0	32		52,5		109		8
T [3].	—	45		57,6		152		1
X.	—	35		35		138		14
W.	—	36		57		130		12
S [4].	—	—		100		130		11
M [4].	—	—		100		215		9,5
G.	—	45		57		189		9,5

[1] Cette notation faite le 22 mai (après pluie) indique aussi bien l'adhérence que la qualité marquante du produit. Elle a été notée de 0 à 5.

[2] Les nombres portés dans les trois colonnes correspondent aux moyennes des témoins environnants.

[3] T indique la moyenne des 12 lots témoins non traités.

[4] Le premier traitement n'a pas été effectué sur les lots correspondants; donc 4 pulvérisations seulement.

lots attribués à chacun des produits. Comme il a été indiqué précédemment, les notations des 5 et 11 juin ont été faites par comptage du nombre de ceps malades. A ce moment-là, seul le premier traitement a été effectué; la notation suivante, celle du 27 juin, exécutée après le troisième traitement, ne peut rendre compte que de l'influence des deux premiers traitements. Nous rappelons qu'il s'agit alors du nombre de feuilles présentant des taches d'une surface donnée.

D'autres comptages avaient été effectués (2 et 19 juin); ils ne figurent pas dans nos tableaux, n'étant pas suffisamment caractéristiques ou faisant double emploi avec les numérations suivantes.

La notation «défeuillaison» a été faite le 2 octobre après la vendange; la note 0 correspondant à la chute totale des feuilles, la note 20 à un feuillage conservé intégralement et en bon état sanitaire.

En ce qui concerne les notations sur grappes, le comptage du 7 juillet a été fait en tenant compte des grappillons. La notation du 31 juillet a permis d'apprécier la gravité de la maladie sur l'ensemble des grappes à récolter, par évaluation du pourcentage malade (tableau IX).

Tableau IX.

Notations sur grappes (2e degré).

[illegible]	p. 100 de grappes malades.					
	7 juillet.		22 juillet.		30 [illegible]	
A.	21,[illegible]		50		22	
		48 (1)		65,4 (1)		31,2 (1)
B.	[illegible]		62		25	
C.	22,[illegible]		37		13	
		55		60,2		44,7
D.	[illegible],3		40		22	
E.	33		42		11	
		55		62,6		47,7
F.	[illegible]		12		8	
G.	[illegible]		53		33	
		52		70,7		47,3
H.	[illegible]		70		40	
T (2).	52		63		50,5	
X.	16		25		33	
W.	[illegible]		22		11	
S.	[illegible]		57		7	
M.	[illegible]		68		36	
G.	63		84		47	
T.	63		[illegible]		61	

(1) Moyenne des témoins environnants pour les lots A et B, C et D, etc.
(2) Moyenne de tous les lots non traités.

Les pesées de récolte sont données dans le tableau X qui indique, d'une part, le

Tableau X.

Pesées de récolte (2e degré).

[illegible]	Nombre [illegible]	Nombre de [illegible]	Poids moyen [illegible] par cep.	[illegible] ±	Récolte (1).	Densité [illegible] du moût.
F.	9	179	1.016 gr.	73	100 ± 7,2	1.083
D.	9	187	[illegible]	72	74 ± 7,1	[illegible]
E.	9	175	713	43	70,1 ± 4,2	1.085
C.	9	179	692	59	68 ± 5,8	[illegible]
A.	9	183	634	38	62,3 ± 3,7	[illegible]
B.	9	189	510	34	50,1 ± 3,3	1.090
H.	9	187	377	17	37,1 ± 1,6	[illegible]
G.	9	184	368	20	36,2 ± 1,9	1.086
T.	24	505	172	9	16,9 ± 0,9	1.087
W.	3	132	785	56	–	1.080
X.	3	132	688	98	–	1.084
S.	3	132	387	54	–	[illegible]
G.	3	132	337	42	–	[illegible]
M.	3	132	328	43	–	–
T.	3	132	[illegible]	[illegible]	–	–

(1) Par rapport à la récolte obtenue avec le produit F, bouillie bordelaise à 2 p. 100, égalée à 100.

poids moyen par cep, chaque ligne ayant été récoltée séparément; d'autre part, chaque formule est classée suivant son rendement par rapport au rendement le meilleur, qui est celui fourni par la bouillie bordelaise à 2 p. 100. En même temps que la pesée des grappes un dosage mustimétrique a été effectué.

Discussion des résultats. — Les pesées de récolte sont affectées par l'existence des foyers de Mildiou signalée plus haut qui entraîne, entre les lots semblablemetn traités, des différences dont le calcul des erreurs probables rend bien compte. Pour la série principale d'essais du deuxième degré, comprenant les lots A à H (lots de 180 ceps environ, répartis sur 9 parcelles) l'erreur probable est en moyenne de 7 p. 100; elle s'élève à 11 p. 100 dans la série annexe, produits X à G, sur lots de 132 ceps répartis en 3 parcelles. Une plus grande précision n'aurait pu être obtenue qu'en accroissant très sensiblement le nombre de ceps de chaque lot, mais l'extension de la surface traitée aurait présenté de multiples inconvénients, et même le risque d'augmenter encore l'hétérogénéité des lots.

Les résultats du groupe annexe, situé aussi dans la parcelle 4, sans être rigoureusement comparables à ceux du groupe principal, peuvent l'être valablement en raison de l'existence, dans chacune des deux séries, d'un lot non traité et d'un lot traité à l'ammoniure pour lesquels la concordance est satisfaisante.

De l'examen des notations, il ressort que la bouillie bordelaise à 2 p. 100, a donné les résultats les meilleurs pour la protection du feuillage et des grappes[1].

La bouillie bordelaise à 1 p. 100 est un peu moins efficace : le 30 juillet, nous estimons à 11 et 13 le pourcentage des grappes atteintes, tandis qu'il n'y en a que 8 dans les lots traités à 2 p. 100 à côté de témoins ayant 44 et 47 p. 100 de grappes malades (tableau IX).

Pour la bouillie à 0,5 p. 100, une efficacité très réduite résulte de la comparaison du nombre de feuilles malades le 27 juin et de la proportion des grappes malades, le 31 juillet, aux résultats obtenus avec les lots témoins non traités et les lots ayant reçu la bouillie à 1 p. 100.

L'addition de *gel d'alumine* (fig. IV) a accru considérablement l'effet marquant de la bouillie bordelaise à 0,5 p. 100, mais semble en avoir diminué l'efficacité; pourtant l'erreur probable sur la comparaison ne permet pas d'être affirmatif sur ce point. Employé avec la bouillie bordelaise à 1 p. 100, le gel d'alumine a provoqué, à la suite du troisième traitement, des brûlures sur feuilles, nettement visibles du 15 au 30 juillet, mais sans réelle gravité; l'effet sur la récolte a été nul.

La bénignité des attaques tardives du mildiou n'a pas permis d'apprécier, par la pesée de récolte, la valeur du *sulfate d'ammoniaque* comme cinquième traitement au début d'août, les pulvérisations cupriques exécutées au même moment n'ayant pas influé sur la récolte. Les traitements du 6 août ont pourtant retardé la défeuillaison et, à ce point de vue, le sulfate d'ammoniaque semble également actif.

La *solution simple de sulfate de cuivre* et *l'ammoniure cellulosique* marquent fort peu sur la vigne; ni l'un ni l'autre n'a provoqué la moindre brûlure. Ces deux produits se classent à peu près ex aequo en fin de série. De la comparaison avec les parcelles du domaine ayant reçu 8 traitements à l'ammoniure, il résulterait que ce produit réclame

[1] Comme nous avons pu l'observer sur place, ces traitements ont été actifs contre l'Oïdium. La netteté de ce résultat confirme certaines indications de Ravaz et complète les observations faites par Arnaud à Versailles. Il est à rapprocher des indications fournies par Millardet et Gayon pour la stéatite cuprique.

un nombre plus élevé de traitements et une concentration plus forte que dans nos essais. Cette nécessité de traitements répétés, reconnue depuis longtemps pour la solution simple de sulfate de cuivre, trop facilement lavée par les pluies, rapproche ces 2 produits, dont le mérite consiste en une teneur en cuivre très réduite.

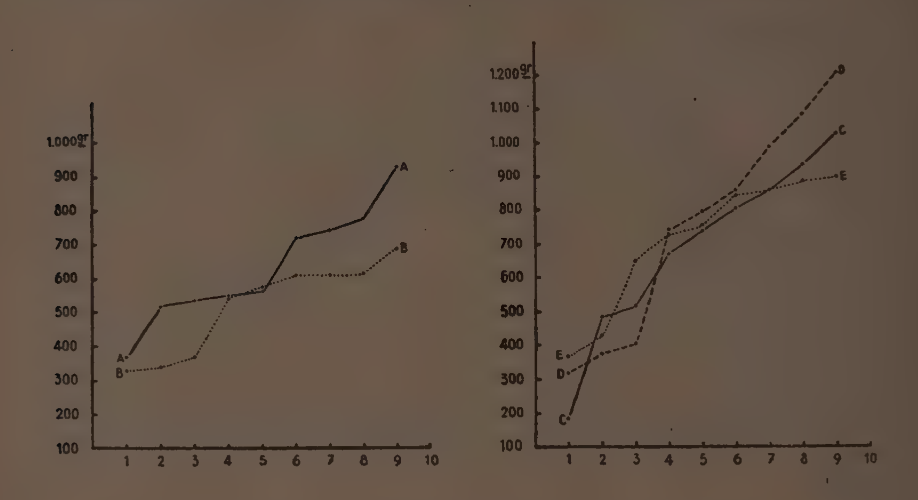


Fig. IV. — Résultats de l'addition de gel d'alumine aux bouillies bordelaises [1].

1° Avec bouillie à 0,5 p. 100 de sulfate de cuivre:

A = sans gel d'alumine;
B = avec gel d'alumine.

$$A = 634 \pm 38$$
$$B = 510 \pm 34$$
$$Ed = \pm\sqrt{38^2 + 34^2} = 51$$
$$\frac{A - B}{Ed} = \frac{124}{51} = 2,4.$$

Pour que la comparaison soit probante il faut :

$$\frac{D}{Ed} \geqslant 3.$$

2° avec bouillie à 1 p. 100 de sulfate de cuivre :

C = sans gel d'alumine;
D = avec gel d'alumine;
E = sans gel d'alumine. 5e traitement au sulfate d'ammoniaque.

$$C = 692 \pm 59;$$
$$D = 753 \pm 72;$$
$$E = 713 \pm 43.$$

Aucune comparaison entre ces 3 essais n'est probante.

L'*hydrosulfate de cuivre X*, à 100 grammes de cuivre par hectolitre a donné des résultats à peu près égaux à ceux de la bouillie bordelaise à 0,5 p. 100 de sulfate de cuivre (125 gr. de cuivre par hectol.).

Le produit W, à teneur réduite en cuivre, a réalisé une protection des grappes tout à fait comparable à celle de la bouillie bordelaise à 2 p. 100; dans la notation du 30 juillet, nous relevons :

8 p. 100 de grappes malades dans le lot traité à la bouillie bordelaise 2 p. 100;
47,7 p. 100 de grappes malades dans les témoins environnants non traités;

[1] Graphique construit en portant en ordonnées, par ordre de rendements croissants, les poids moyens de récolte par cep, dans chacune des 9 lignes constituant chaque lot.

11 p. 100 de grappes malades, dans le lot traité avec W;
61 p. 100 de grappes malades pour le témoin non traité voisin.

La protection du feuillage est inférieure à celle qu'apporte la bouillie bordelaise à 2 p. 100. La défeuillaison précoce, commencée le 15 septembre (Fig. III), nous a frappés dans les lots ainsi traités, alors que la différence d'efficacité n'était pas sensible auparavant, tout au moins d'après l'aspect du feuillage; on la soupçonne cependant, si l'on se reporte aux notations du 27 juin :

108 feuilles ayant 6 centimètres carrés de mildiou, pour la bouillie bordelaise;
183 pour les témoins non traités;
130 pour le W..

Le 2 octobre, la défeuillaison est plus importante dans le lot W que dans ceux qui ont été traités avec les bouillies bordelaises faibles ou avec l'hydrosulfate de cuivre.

Nous avons enfin à examiner deux produits nouveaux S et M, le premier ne renfermant pas de cuivre; expérimenté en 1941 en Allemagne (Zillig), il est indiqué comme étant aussi efficace que la bouillie bordelaise à 1 p. 100, avec le seul inconvénient d'être sept fois plus cher (Fig. III). Nos observations et notations nous conduisent à lui reconnaître une efficacité réelle qu'il est difficile de mettre en comparaison avec celle des autres produits, le premier traitement n'ayant pu être effectué avec ce produit parvenu trop tard. Remarquons toutefois qu'au 27 juin, le nombre de feuilles malades est le même dans les lots traités l'un avec S (2 traitements) l'autre avec W (3 traitements). Le 30 juillet, la gravité de l'attaque sur grappes donne des chiffres voisins (11 et 7 p. 100), mais la pesée de récolte donne un avantage marqué au W, ce qui confirme l'importance du premier traitement le 19 mai.

Le produit M a été employé aux mêmes époques que le précédent, c'est-à-dire que le premier traitement a manqué aussi dans ce lot. Il paraît être d'une efficacité inférieure à celle de S, les 27 et 30 juin, nous notons :

215 feuilles malades et 68 p. 100 de grappes malades sur lot traité avec M;
130 feuilles malades et 57 p. 100 de grappes malades sur lot traité avec S;
83 p. 100 de grappes malades sur lot témoin.

Nous ne pouvons considérer ces résultats que comme des indications favorables pour le produit S.

Conclusions d'ensemble.

L'intensité de l'attaque de mildiou, dans le vignoble de la Grande-Ferrade, nous a permis une comparaison effective des produits soumis à notre examen.

Dans les conditions de nos essais, la bouillie bordelaise à 2 p. 100 se montre d'une efficacité généralement inégalée; la bouillie bordelaise à 1 p. 100 permet de réaliser une protection inférieure, mais cependant suffisante, tandis que la bouillie à 0,2 p. 100 est nettement insuffisante; la bouillie à 0,5 p. 100 semble à la limite d'efficacité.

En addition à la bouillie bordelaise, l'adjuvant à base d'alcoylxanthate de soude présente un intérêt marqué : ainsi complétée, la bouillie à 1 p. 100 s'est trouvée, dans nos essais, d'une efficacité voisine de celle de la bouillie à 2 p. 100. Par contre, l'emploi de gel d'alumine n'a nullement accru l'efficacité de la bouillie bordelaise.

La solution simple de sulfate de cuivre et l'ammoniure de cuivre donnent une pro-

tection insuffisante de la vigne, tout au moins avec un nombre de traitements moyen. Le produit 18 = W, employé à 1 p. 100, se classe en première ligne d'après la pesée de récolte des essais du premier degré et comme intermédiaire entre les bouillies bordelaises à 1 et 2 p. 100 dans les essais du deuxième degré. On peut donc le considérer comme un produit intéressant aussi bien par l'économie de cuivre réalisée que par l'efficacité, bien que la défeuillaison ait été précoce sur les lots traités.

De même, le produit 19 = S qui a fait preuve d'une réelle activité contre le mildiou mérite d'être repris pour une comparaison plus rigoureuse. Le produit 20 = M pourrait également être repris pour contrôler l'efficacité qu'il semble avoir montré dans les essais du premier degré. L'étude du cuivre colloïdal peut être aussi poursuivie.

En ce qui concerne la pratique agricole, pour la campagne prochaine, il serait intéressant de combiner l'emploi de la bouillie bordelaise aux périodes les plus critiques avec celui de produits à faible teneur en cuivre, selon les possibilités de main-d'œuvre de l'exploitant et l'approvisionnement assuré par l'industrie.

BIBLIOGRAPHIE [1].

ARNAUD (G. et M.). — Traité de Pathologie végétale, t. I. Lechevalier, Paris ,1931.

ARNAUD (G.). — Développement des maladies de la vigne dans la région parisienne (Mildiou, Oïdium, Anthracnose). (*Annales des Epiphyties et de Phytogénétiaue*, t. VI, fasc. I, p. 37-66, 1940.)

ARNAUD (G.). — Traitement du Mildiou de la vigne. Aspect actuel de la question. (*C. R. hebd. des séances de l'Académie d'Agriculure de France*, 2 octobre 1940, p. 716, 1940.)

BRANAS (J.). — Essais de produits anticryptogamiques en 1942. (*Progrès agr. et vitic.*, 59e année, n° 45-46, p. 127, 1942.)

BRANAS (J.). — Rapport présenté au Comité régional de la Production agricole, région de Montpellier. (*Progrès agr. et vit.*, 60e année, n° 4-5, p. 31, 1943.)

CAPUS (J.). — Recherches sur les invasions du Mildiou de la Vigne en 1915. (*Annales des Epiphyties*, t. IV, p. 162-217, 1917.)

CAPUS (J.). — Comment combattre le Mildiou de la vigne? (Librairie de la Journée vinicole, Montpellier, 1940.)

CAPUS (J.). — La réceptivité de la vigne à l'égard du Mildiou. (*C. R. des séances de l'Académie d'agr.*, 29 avril 1942.)

DUBAQUIÉ (M.-J.). — Sur la dispersion des éléments actifs dans la lutte contre les cryptogames. (*Procès-verbaux des séances de la Soc. des Sc. phys. et nat. de Bordeaux*, 1931-1932.)

DUBAQUIÉ (M.-J.). — Essais de traitement contre le Mildiou par l'ammoniure de cuivre. (*C. R. des séances de l'Acad. d'Agr.*, 15 octobre 1941.)

GAUDINEAU (M.). — La lutte contre le Mildiou de la vigne et le problème du cuivre. (*Cours-conférences du Centre de Perfectionnement technique*, 10 mai 1941.)

LAFON (R.). — Le Mildiou dans les Charentes en 1942. (*Comité de Viticulture de l'arrondissement de Cognac. Assemblée générale annuelle* du 23 septembre 1942, p. 34-69, 1942.)

LAFON (J.). — A propos des essais d'ammoniure de cuivre contre le Mildiou. (*La journée vinicole*, 11 et 12 novembre 1942.)

MARSAIS (P.). — Avec peu de cuivre, peut-on espérer vaincre le Mildiou? (*Annales de Grignon*, 1942.)

MARSAIS (P.). — Conseils pratiques pour la défense du vignoble contre le Mildiou. (*Bull. of. intern. Vin*, 15e année, n° 134, p. 56, nov.-déc. 1942.)

[1] Ces indications bibliographiques ne comprennent que les travaux de base ou les plus récents.

Millardet et Gayon. — Considérations raisonnées sur les divers procédés de traitements du Mildiou par les composés cuivreux. (*Journal d'Agriculture pratique*, 19 et 26 mai et 2 juin 1887.)

Ravaz (L.). — Le Mildiou. (*Traité général de Viticulture*, 3ᵉ partie, t. III, Montpellier, 1914.)

Souty (J.). — Sur le développement du *Plasmopara viticola* (B. et C.) et le rôle des avertissements agricoles. (*C. R. sommaire des travaux des stations et laboratoires de recherches agronomiques*, p. 36-40, 1940.)

Vidal (J.-L.) et Lafon (J.). — Résultats d'expériences contre le Mildiou avec des produits à doses réduites de cuivre. (*Comité de Viticulture de l'arrondissement de Cognac. — Assemblée générale annuelle* du 23 sept. 1942.)

Zillig (H.). — Wie entstehen Plasmopara-Epidemien? (*Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*, Bd. 52, Heft 2-4, 1942.)

Zillig (H.) et Niemeyer (L.). — Wie spart man Kupfer bei der Plasmopara-Bekämpfung? (*Wein und Rebe*, XXIV, p. 25-37, 1942.)

VUE D'ENSEMBLE

SUR LES ESSAIS ANTICRYPTOGAMIQUES DE 1942

par M. Raucourt,

Directeur du Laboratoire de Phytopharmacie de Versailles.

Après deux années d'essais sur les produits anticryptogamiques[1], il convient de faire le point des résultats obtenus et d'examiner l'orientation à donner aux recherches futures. Nous envisagerons spécialement le cas des traitements contre le mildiou de la vigne.

Homogénéité des résultats obtenus en 1942. — Les conclusions du mémoire de M. Barraud, M. Gaudineau et R. de Sèze peuvent s'appliquer, sauf rares exceptions, aux essais des différentes Stations. Les divergences d'appréciation constatées çà et là s'expliquent par des variations de l'intensité de la maladie.

Les produits classiques, bouillie bordelaise et verdet, se sont toujours classés favorablement. La bouillie bordelaise, d'efficacité indiscutable à 2 p. 100, reste satisfaisante à 1 p. 100, lorsque l'attaque du mildiou est modérée.

Les oxychlorures de cuivre de fabrication courante sont inférieurs à la bouillie bordelaise, leur efficacité moindre n'étant compensée qu'en partie par une plus grande facilité d'emploi.

Les produits dans lesquels le cuivre est à l'état de solution (sulfate de cuivre simple), de pseudo-solution (ammoniure de cuivre) ou de suspension extrêmement fine (produits « colloïdaux » du commerce) peuvent atteindre la valeur de la bouillie bordelaise, mais ne l'ont jamais dépassée de façon certaine. Les composés solubles ont par ailleurs le désavantage de brûler la vigne au-dessus d'une certaine concentration, de sorte qu'on ne peut les comparer qu'à des bouillies bordelaises légères.

L'ammoniure de cuivre est le principal produit cuprique dont l'essai ait pu donner lieu à discussion parmi les expérimentateurs. Des divergences se sont manifestées surtout dans l'interprétation des résultats obtenus, mais le degré de protection assuré par les traitements d'essai a peu varié en réalité. Dans tous les cas où l'ammoniure a été employé à la dose de 30 grammes de cuivre par hectolitre, avec un nombre de traitements égal à celui de la bouillie bordelaise, les résultats obtenus ont paru faibles aux expérimentateurs, et ils l'étaient effectivement. Il est chimérique de demander à une bouillie ne dépensant que 30 grammes de cuivre par hectolitre, des résultats comparables à ceux d'une bouillie qui en utilise 500 grammes. Nous verrons plus loin que la protection assurée à la vigne par un traitement cuprique diminue

[1] Voir : G. Arnaud, Essais de traitements des maladies des plantes en 1941, *Annales des Epiph.*, 8, 99-109, 1942.

toujours, quand la consommation de cuivre diminue. L'ammoniure suit la loi générale. Il n'est probablement, au seul point de vue de l'efficacité, ni supérieur, ni inférieur aux autres bouillies contenant la même quantité de cuivre sous une forme utilisable.

Un second point où l'unanimité n'a pu être établie concerne le produit désigné dans le mémoire précédent par l'indice 18 (= W); ce produit, qui ne contient que 2,6 p. 100 de cuivre, renferme une matière organique fongicide, le sulfocyanodinitrobenzène. Employé à 1 p. 100, il s'est montré presque partout équivalent, avec quelques fluctuations suivant les Stations, à la bouillie bordelaise à 1 p. 100. Il nous paraît évident que son activité contre le mildiou est due principalement à la matière organique. Cette conclusion a été contestée par la station de Viticulture de Montpellier, où les résultats obtenus ont été faibles, correspondant simplement à la teneur en cuivre du produit. Nous ne pouvons attribuer cette anomalie qu'à une élimination de la matière organique déposée sur les plantes. A Montpellier, l'attaque principale de mildiou ne s'est produite que trois mois après le dernier traitement. Pendant ce délai, le dérivé benzénique a eu le temps de se décomposer ou de se volatiliser, tandis que les produits cupriques conservaient une entière stabilité.

Généralités sur les traitements cupriques. — Nous avons vu précédemment les résultats donnés par différents produits cupriques, tant à la Grande-Ferrade (pp. 150 et 159) que dans les autres Stations; essayons d'en tirer des conclusions plus générales sur l'action des sels de cuivre contre le mildiou.

Notons, tout d'abord, que l'action fongicide des bouillies est en rapport étroit avec leur richesse en cuivre. Pour mieux mettre ce point en évidence, nous rapporterons, par un calcul simple, l'action des traitements à la quantité de cuivre consommée. Partant des données du tableau V (p. 148), nous retrancherons du poids de vendange de chaque parcelle traitée, celui de la parcelle témoin : la différence obtenue constitue la vendange protégée par le traitement. En divisant ce chiffre par le poids de cuivre utilisé par hectare dans les quatre pulvérisations de l'année, nous obtiendrons un nombre proportionnel à la quantité de récolte préservée par un kilogramme de cuivre. Nous l'appellerons « coefficient d'efficacité du cuivre » : il prend les valeurs suivantes pour les bouillies essayées au premier degré :

TABLEAU XI.

Efficacité du cuivre dans différents produits.

Richesse en cuivre des bouillies. — g. par hl.	Nature des produits [1]. —	Coefficients d'efficacité du cuivre. —
500	Bouillie bordelaise à 2 p. 100	3,5
250	Bouillie bordelaise à 1 p. 100	5,8
	Produit à base d'oxychlorure (6)	4,3
	Cuivre colloïdal (7)	5,4
	Bouillie bordelaise à 1 p. 100 + xanthate (5)	10,5
125	Bouillie bordelaise à 0,5 p. 100	9,4
	Verdet neutre à 0,4 p. 100	11,6
	Bouillie bordelaise à 0,5 p. 100 + bouillie sulfocalcique (14)	11,6
	Oxychlorure + bouillie sulfo-calcique (15)	13,8
100	Hydrosulfate de cuivre (13)	12,2
62	Sulfate de cuivre à 0,25 p. 100 + permanganate (22)	14,8
50	Bouillie bordelaise à 0.2 p. 100	15,8
	Verdet neutre à 0,10 p. 100	22,4
20	Ammoniure de cuivre cellulosique S. (16)	20,2
	Ammoniure de cuivre L. C. (17)	22,4
	Ammoniure de cuivre dissocié (26)	16,7
	Produit à 2,6 p. 100 de cuivre (18) appliqué à 1 p. 100	97,1

1. Les chiffres entre parenthèses correspondent à la liste du tableau II, p. 141.

L'examen de ce tableau appelle deux constatations :

1° Pour une richesse donnée des bouillies en cuivre, les coefficients d'efficacité sont peu différents; il n'y a que deux exceptions (produits écrits en italique).

2° Quand la richesse des bouillies diminue, le coefficient d'efficacité du cuivre augmente. En effet, faisant la moyenne des produits de même richesse en cuivre, à l'exclusion des deux formules aberrantes, nous obtenons les chiffres suivants :

Coefficients moyens d'efficacité du cuivre pour les bouillies contenant :	
500 g. de Cu par Hl	3,5
250 — —	5,2
125 — —	11,6
100 — —	12,2
62 — —	14,8
50 — —	19,1
25 — —	19,4

Les essais du deuxième degré, dans les diverses Stations, peuvent se prêter à un calcul analogue, moins précis cependant, car l'efficacité des traitements n'y a pas été contrôlée, en général, par le poids de récolte obtenu, mais au moyen de plusieurs notations, intensité d'attaque du mildiou sur feuilles ou sur grappes, pesées des feuilles, des sarments, etc. D'autre part, le volume de bouillie utilisée n'étant pas connu, l'efficacité des traitements ne peut être calculé en fonction du poids du cuivre utilisé, mais en fonction de la richesse des bouillies. Le calcul n'est donc qu'approximatif et nous avons dû affecter les chiffres obtenus d'un coefficient qui les rende comparables à ceux des essais du premier degré. Ce coefficient s'est trouvé égal à 20. Dans le tableau suivant nous indiquons, pour les différentes teneurs en cuivre t, la protection P assurée à la vigne et les coefficients d'efficacité du cuivre obtenus par la formule $C = \frac{P \times 20}{t}$. Les chiffres de protection sont des moyennes déduites des résultats obtenus dans 7 champs d'expérience (Hérault, Bourgogne, Champagne, Anjou, Charente). Le produit 18 (= W) toujours aberrant, a été considéré séparément.

Tableau XII.

Moyenne des résultats obtenus dans différents champs d'expérience.

Teneur des bouillies en cuivre t (g. par Hl.)	Protection assurée à la vigne P (sur 100).	Coefficients d'efficacité du cuivre
500 g.	87,4	3,5
250 g.	71,9	5,7
125 g.	58,4	8,5
100 g.	50,3	10,0
50–62 g.	39,0	14,0
25 g.	28,3	22,6
25 g. (18 = W)	70,0	56,0

Les faits constatés dans les essais du premier degré se trouvent confirmés avec une approximation suffisante : le cuivre est d'autant mieux utilisé que sa concentration

dans les bouillies est plus faible. A ce point de vue, il est exact de dire que certaines formules pauvres économisent le cuivre, mais que cette considération n'a qu'un intérêt théorique; car si le «coefficient d'efficacité du cuivre» augmente quand la richesse des bouillies diminue, le poids de récolte diminue en même temps en valeur absolue, de sorte que l'économie du cuivre est accompagnée, pour le viticulteur, par une perte de vendange plus ou moins considérable.

Revenons au tableau XI. Nous voyons que l'efficacité des traitements cupriques varie peu avec les produits, pour une même quantité de cuivre dépensée et une même richesse des bouillies. Le fait que la bouillie bordelaise et le verdet se classent en général au premier rang[1], confirme les constatations de la pratique viticole. Il est probable que le cuivre possède toujours la même action fongicide, à condition qu'il se présente avec des qualités physiques convenables. La bouillie bordelaise possède ces qualités à un haut degré et il y a peu d'espoir de découvrir un produit cuprique qui lui soit nettement supérieur.

Cette conclusion s'applique aux composés minéraux chez lesquels le cuivre figure à l'état de cation. Elle n'est pas nécessairement valable pour les combinaisons organiques du cuivre. L'activité particulière de la bouillie bordelaise additionnée d'un xanthate (produit 5) peut s'expliquer par la formation extemporanée d'un complexe organo-cuprique.

La principale anomalie constatée dans les chiffres des tableaux XI et XII correspond au produit 18 (= W). L'efficacité particulière de cette spécialité ne peut être rapportée à sa faible teneur en cuivre (2,6 p. 100), mais presque uniquement à la matière organique qu'il contient. Un second produit organique, désigné par l'indice 19 (= S), s'est d'ailleurs montré sensiblement aussi actif, bien qu'il ne renferme aucune trace de cuivre. C'est le premier exemple, en viticulture, de matières organiques nettement efficaces contre le mildiou.

Conclusions. Orientation à donner aux recherches sur les anticryptogamiques. — 1° Il paraît définitivement établi que les sels de cuivre, à l'état de composés minéraux, ont une action anticryptogamique en rapport avec l'abondance des ions Cu qu'ils peuvent libérer. Il y a peu de chances de découvrir des sels de cuivre doués d'une activité exceptionnelle. Les recherches dans ce domaine doivent se proposer le but plus modeste de fournir aux viticulteurs des produits dotés des meilleures qualités physiques, et d'un emploi commode. Le problème est plutôt d'ordre industriel que scientifique.

2° La recherche de l'économie de cuivre dans les traitements fongicides est justifiée dans les circonstances actuelles où ce métal fait défaut. Mais elle ne présente qu'un intérêt restreint en période économique normale, car elle s'accompagnera toujours d'une diminution de récolte plus ou moins importante, à moins que l'intensité du mildiou ne soit faible.

3° Il y a peu d'espoir de faire des découvertes importantes dans le domaine des sels minéraux de cuivre; par ailleurs, les sels des autres métaux sont moins actifs ou trop onéreux pour la lutte contre le mildiou. Aussi les produits de remplacement pour le traitement de la vigne doivent être demandés à la chimie organique. Les essais de 1942 ont apporté la preuve que certains composés organiques étaient aptes à la lutte contre le mildiou.

C'est dans cette direction que les études de laboratoire doivent surtout être

[1] Les traitements comportant de la bouillie sulfocalcique n'entrent pas en ligne de compte, car ils agissent à la fois sur le Mildiou et sur l'Oïdium.

intensifiées. Le domaine de la chimie organique est tellement vaste que les essais au vignoble sont insuffisants pour l'obtention de résultats appréciables. Mais le travail en serre sur de nombreuses substances permettrait de faire progresser rapidement la question.

4° Les prochaines recherches dans le domaine des anticryptogamiques doivent être concentrées sur trois points principaux :

a. Prospection systématique des produits organiques, afin de découvrir les composés actifs contre le mildiou;

b. Même étude, en ce qui concerne l'oïdium, sans perdre de vue la possibilité de rencontrer des formules efficaces pour les deux maladies;

c. Contrôle, au vignoble, de la valeur pratique des produits fongicides mis au point par l'industrie.

LA PYRALE DES HARICOTS

(*Etiella zinckenella* Treitschke)

PARASITE DU SOJA DANS LE SUD-OUEST DE LA FRANCE

par

Schád (C.) et Guignard (P.)

Directeur et Chef de Travaux
à la Station d'amélioration des plantes de grande culture et d'avertissements agricoles
du Centre du Massif Central.

En 1942, de fortes attaques de la Pyrale des Haricots [1] (*Etiella zinckenella* Treitschke) ont été constatées sur sojas tardifs et demi-tardifs à Ondes (Haute-Garonne) et en général dans tout le Sud-Ouest.



Fig. 1. — Papillon d'Etiella au repos (grossi 4 fois) :
a. vue de dos. *b.* face centrale

[1] Identification faite par M. Suire, du Laboratoire de Faunistique agricole de Montpellier où les échantillons furent transmis par la Station de zoologie agricole du Sud-Est.

Plantes hôtes et distribution géographique :

Cette pyrale, très polyphage, d'après les auteurs l'ayant étudiée dans les pays très, variés où elle vit, s'attaque à de nombreuses légumineuses sauvages ou cultivées telles que : *Astralacus* spec. (Hyslop), *Cajanus indicus* Spr. (Moutia), *Caragana* spec. (Viktorov) *Cicer arietinum* L. (Klinkowski), *Colutea arborescens* L. (Lhomme), *Crotalaria anagyroides* HB et K. (Hutson), *Crotalaria incana* L. (Wolcott, Hyslop), *Crotalaria juncea* L. (Reh Tollenaar), *Crotalaria Sagittalis* Desv. (Hyslop), *Dolichos Lablab* L. (Klinkowski), *Glycine Soja* (L.) Sieb. et Zucc. (Chorbadzhiev, Shchegolev, Sakharov, Korol), *Lathyrus silvestris* L. (Klinkowski), *Lens esculenta* Moench. (Parfent'ev), *Lupinus albus* L. (Klinkowski), *Lupinus angustifolius* L. (Chorbadzhiev, Klinkowski), *Lupinus luteus* L. (Klinkowski), *Lupinus mutabilis* Sweet. (Klinkowski), *Lupinus Rothmaleri* Klink. (Klinkowski), *Phaseolus lunatus* L. (Forbes cité par Klinkowski), *Phaseolus lunatus microcarpus* (Larson, Strong, Hyslop, Wolcott), *Phaseolus vulgaris* L. (Lhomme, Clausen, Suire), *Pisum sativum* L. (Parfent'ev, Clausen), *Spartium junceum* L. (Lhomme), *Tephrosia candida* D. C. (Klinkowski), *Tephrosia toxicaria* (Moore).

Les plantes les plus attaquées semblent être les légumineuses ayant les gousses les plus pileuses.

Etiella zinckenella est presque cosmopolite. On la signale en Amérique (surtout à Porto-Rico, en Californie et dans le Washington), en Australie, au Japon, à l'île Maurice, à Ceylan, aux Indes néerlandaises et en Egypte. En Europe, elle est surtout répandue en Russie, en Bulgarie et en Hongrie; on la trouve également en Espagne, au Portugal et en France.

D'après Lhomme, en France, cette pyrale est commune dans toute la région centrale et méridionale. Elle remonte jusqu'à l'Aube, la Loire-Inférieure et le Maine-et-Loire.

De nombreuses études ont été faites en Amérique par suite de l'importance économique des attaques de cette pyrale sur le haricot de Lima (*Phaseolus lunatus* L. var *Microcarpus*). Sur soja, des attaques importantes n'ont été mentionnées jusqu'ici qu'en



Fig. 2. — Papillon d'Etiella (grossi 4 fois).

Russie (Shchegolev, Momonov), en Mandchourie (Korol) et en Bulgarie (Chorbadzhiev). En France, l'attention a été attirée ces dernières années par Suire sur les dégâts occasionnés aux haricots dans le Sud-Ouest.

Attaque sur le Soja en France :

Dans les essais de Soja réalisés à l'École d'Agriculture régionale d'Ondes (Haute-Garonne), le pourcentage d'attaque des grains par les chenilles d'*Etiella* a été particulièrement fort sur certaines variétés tardives et demi-tardives semées au début d'avril.

Pour les variétés tardives les dégâts ont été de :
50 p. 100 sur Platter Silo;
46 p. 100 sur Dans Dunfield;
42 p. 100 sur Dunfield;
38 p. 100 sur Manchu Minnesota;
37 p. 100 sur Illini;
36 p. 100 sur Wea;
19 p. 100 sur Mukden;
18 p. 100 sur Mandell;
4 p. 100 sur Desme 2;
2,9 p. 100 sur Illini vert 8

et ont été faibles sur Desme 1 et Manchu Harrow.

Pour les variétés demi-tardives les dégâts ont été de 17 p. 100 sur Habaro Iowa et faibles sur Minsoy et Montréal Manchu. Ils ont été faibles aussi sur les variétés demi-précoces Dieckmann's hellgelbe et Mandarin Washington.

Dans le Sud-Ouest de fortes attaques allant jusqu'à la perte totale de la récolte ont été signalées sur Vert de Trény (Medium Green) et sur Desme, cette dernière variété en semis tardif.

Parmi les variétés tardives cultivées à Ondes n'ont pas été attaquées : dans Mandchourie Pont-à-Mousson, OACZ, dans OACZ et Soy Sota; parmi les demi-tardives : Mac Rostrie-Mandarin, Burklin Wolf, Mandchouria SD, dans Desmarais 2-1, Braungelbe II, 2066 Norddeutsche gelbe, Manchu Wisconsin, Karbinskaya, Manchu Hudson, Eye 152, Habaro Minnesota, Gelbe hohe mittelspäte, Black Eyebrow, dans Ossyeck II, dans Grignon 56, Rouest 178.

N'ont pas été attaquées les variétés demi-précoces : Poland yellow, Mandarin Iowa, PEI 0,3609, 18 A Colmar 1.2, Rouest 85, Grignon 40-1, Rouest 250, Rouest 67 *bis* A 2 1.6, Dieckmann's 18 A Dj 2, dans Ossyeck 1, PEI 0,30223, Dieckmann's grüngelbe, Commercial huileries du Nord, Grignon 13, Grignon 1, Bitterhofs gelbe frühe C SS, Universal B 724; Grosskörnige weisse, 247 Kleverhof 527, Poppelsdorf 43/20. Il est permis de penser que ces variétés ont échappé à l'attaque de l'*Etiella* en raison de leur précocité, mais on ne peut affirmer qu'elles soient résistantes à cette pyrale.

Influence de l'époque de semis sur le degré d'attaque.

L'époque du semis, influant sur la date de floraison, a une grande importance. Trois semis échelonnés ont été effectués aux dates suivantes : 3 avril, 15 avril et 2 mai. Sur Illini, variété tardive, le pourcentage d'attaque des grains a été d'autant plus élevé que le semis avait été plus tardif : 10 p. 100, 16 p. 100 et 22 p. 100. Dans le cas d'une

variété demi-précoce, Dieckmann's hellgelbe, seul le dernier semis a été atteint, le pourcentage de grains véreux étant de 2,6 p. 100.

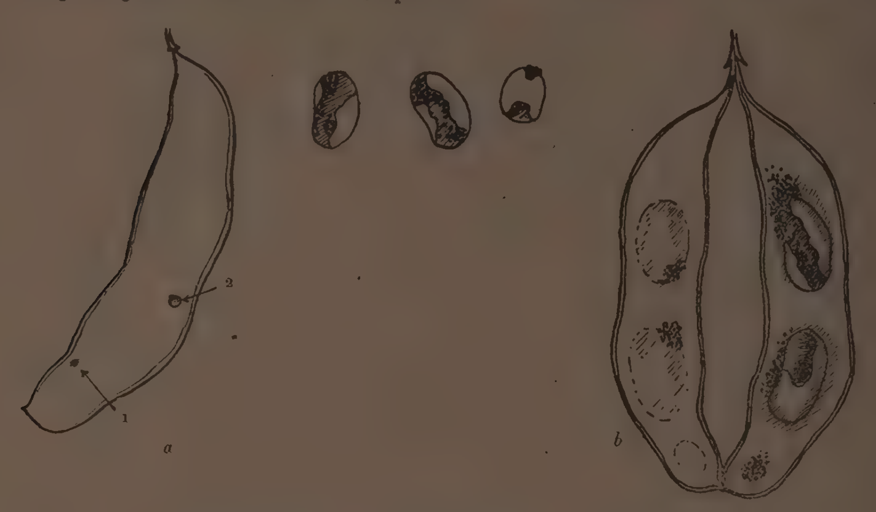


Fig. 3. — *a*.. 1. Point de pénétration des chenilles néonates. — 2. Orifice de sortie des chenilles. *b*. Gousse ouverte montrant les dégats causés sur les graines par les chenilles.

Évolution de l'insecte sur le Soya dans la vallée de la Garonne.

En général il y a ponte de plusieurs œufs sur une même gousse, mais seulement une à trois larves pénètrent à l'intérieur. Le point de pénétration des chenilles néonates dans la gousse est très petit et se ferme presque complètement par la suite; la réaction de la plante aboutissant à la formation d'une petite pustule saillante vers l'extérieur et nettement visible à l'œil nu. Après leur entrée dans la gousse les chenilles commencent par ronger (en général à l'opposé du hile) l'extérieur des jeunes grains, puis elles y creusent en tous sens des galeries irrégulières où elles disparaissent presque entièrement. L'extrémité postérieure des larves, dépassant à l'extérieur du grain, déverse les excréments dans la gousse qui est complètement polluée. Les déjections sont souvent réunies par quelques fils soyeux formant une toile lâche.

A Ondes la vie larvaire dans les grains de soya dura en 1942 environ trois semaines, puis les chenilles adultes sortirent pour aller hiverner en forant, en un point quelconque de la gousse, un orifice arrondi de 1 à 2 millimètres de diamètre. La première chenille entrant en diapause a été observée en 1942 à la fin de septembre. Au 20 octobre, 50 p. 100 des larves avaient déjà quitté les gousses; au 7 novembre il ne restait que très peu de chenilles dans les grains.

Les chenilles adultes ont de 7 à 13 millim. 5 de long (en moyenne 11 millim.) et 2 millim. 8 de large. Leur couleur est très variable, allant du vert au brun en passant par le rose, mais elle est ordinairement vert franc avec une bande plus foncée de même couleur sur la partie dorsale.

L'hivernation se fait sous forme de chenille, profondément dans le sol. Les larves tissent un hibernaculum soyeux, blanc, à l'intérieur d'une petite coque ovoïde de 11 millimètres sur 5 millim. 5, formée de fines particules de terre agglomérées. Lorsque les

chenilles se trouvent emprisonnées dans des sacs ou des greniers elles hivernent dans les moindres anfractuosités à l'intérieur d'un hibernaculum soyeux.

La chrysalidation des larves sortant des soyas à l'automne n'a lieu, en général, qu'au printemps suivant. Cependant lorsque la température de septembre est élevée, une certaine proportion des chenilles se chrysalident dès l'automne; ainsi en 1942, 8 p. 100 des chenilles adultes quittant les gousses de soyas en septembre et octobre ont donné aussitôt des chrysalides, mais ces dernières n'ont pas pu évoluer par suite des températures trop basses de la fin d'octobre et sont mortes au cours de l'hiver.

Les chrysalides sont brun-roux, mesurent en moyenne 9 millim. 5 sur 2 millim. 8. La durée de la chrysalidation est d'environ six semaines.

Les papillons mesurant de 2 à 3 centimètres d'envergure, de teinte jaunâtre, sont difficiles à voir, se tenant immobiles, appliqués le long des tiges de la plante hôte, durant le jour, et ne reprenant leur activité qu'au crépuscule.

Suivant les régions, il y a deux ou trois générations d'*Etiella* par an. Dans les régions tempérées on constate le plus souvent deux vols, l'un en mai-juin, l'autre en juillet-août. Il est probable que les attaques constatées dans le Sud-Ouest étaient dues à des larves de deuxième génération; la première génération larvaire ayant dû évoluer sur d'autres légumineuses. Le cycle évolutif annuel peut être représenté graphiquement ainsi qu'il suit :

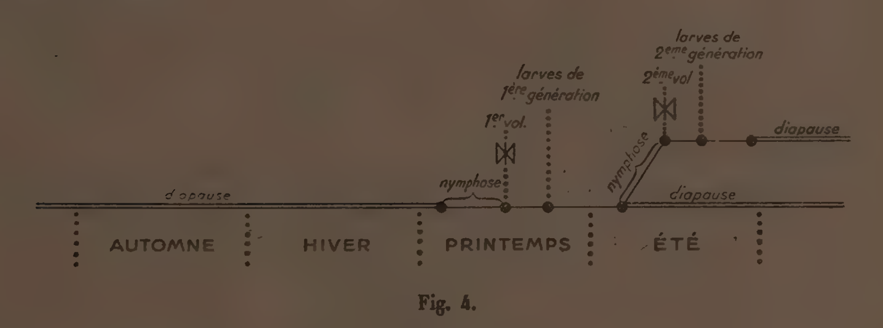


Fig. 4.

Moyens de lutte.

On ne peut espérer exterminer cette pyrale, largement répandue dans le Sud-Ouest, et qui peut vivre aux dépens de légumineuses telles que les lentilles, les pois, les haricots et les Robinia pseudo-acacias. Les chenilles néonates d'*Etiella* rongeant pendant quelque temps les poils sur les gousses avant de pénétrer jusqu'au grain, on aurait cru pouvoir lutter contre cette pyrale avec des insecticides de contact ou d'ingestion. Les essais faits par Wolcott à Porto-Rico avec des produits arsenicaux, nicotinés, ou à base de pyrèthre n'ont donné aucun résultat appréciable. D'après Strong (Washington), les traitements à la cryolithe auraient une certaine efficacité.

Différents hyperparasites s'attaquant aux larves d'*Etiella* sont cités : *Heterospilus etiellae* Roh. par Wolcott, à Porto-Rico; *Pseudapanteles etiellae* et *Microbracon hyslopi* par Hyslop, en Amérique du Nord; *Pimpla roborator* F. par Klinkowski, en Espagne; *Microbracon piger* Wesm et *Phanerotoma planifrons* Nees. par Strong, en Amérique du Nord; *Macrocentrus ancylovorus* Roh. par Bartlett, à Porto-Rico; Wolcott mentionne en outre un cas de parasitisme des œufs d'*Etiella* par *Trichogramma minutum* Riley. Mais le pourcentage de destruction des larves ou œufs d'*Etiella* par ces hyperparasites est toujours

très faible et des lâchers massifs de ces insectes ne permettraient pas de réduire d'une façon appréciable le pourcentage d'attaque des légumineuses par cette pyrale.

En dehors des précautions élémentaires à prendre : triage ou désinfection des semences et des sacs, éloignement des champs de soya de toutes les autres cultures de légumineuses pouvant offrir un abri à la première génération larvaires d'*Etiella*, il reste à notre disposition deux procédés de lutte indirecte dans les régions où cette pyrale est à craindre : le semis précoce et la culture de variétés résistantes. Dans le Sud-Ouest, les semis peuvent être pratiqués dès le début d'avril.

BIBLIOGRAPHIE.

1937. Bartlett (K.-A.). — The introduction and colonisation in Puerto-Rico of *Macrocentrus ancylivorus*. (*Puerto Rico Sta. Agr. Notes*, n° 80, p. 4). [Analysé dans *Experiment Station record*, vol. 77, n° 6, p. 826.]

1936. Chorbadzhiev (P.). — Données sur les insectes nuisibles et autres ennemis des plantes cultivées en Bulgarie. (*Mitt. Bulg. ent. Ges.* 9, p. 151-170.) [Analysé dans *The Review of applied entomology*, sér. A, vol. 25, p. 313.]

1931. Clausen (C.-P.). — Insects injurious to agriculture in Japan. (*United States Dep. of Agric.* Circular n° 168, Washington, August 1931.]

1932. Hutson (J.-C.). — Report on the work of the entomological Division. (*Adm. Rep. Dir. Agric.* Ceylon 1931, D 111-121, Colombo, septembre 1932.) [Analysé dans *The Review of applied entomology*, sér. A, vol. XX, p. 723.]

912. Hyslop (J.-A.). — Papers on cereal and forage insects. (*U. S. Dept. Agr. Bur. Ent.*, Bull. 95, pt. 6, p. 98-108.) [Analysé dans *Experiment Station Record*, vol. XXVII, p. 552.]

1939. Klinkowski (M.). — Beobachtungen über Krankheiten und Schadlinge iberischer Wildformen von Serradella und Lupine. (*Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. u. Pflanzensch.*, 49ᵉ année, mai 1939, H. 5, p. 305-321.)

1937. Korol. — Cité par *de Guerpel*. — Les ennemis et les maladies du Soya. (*Revue de Botanique appliquée et d'agriculture tropicale*, n° 187, mars 1937, p. 196.)

1926. Larson (A.-O.). — Observations on the characteristic injury by the lima bean pod borer, *Etiella zinckenella* Treit., and other insects with which its injury is confused in California. (*Journ. econ. entomol.* 19, p. 699.)

1935. Lhomme (L.). — *Catalogue des lépidoptères de France et de Belgique*, vol. II, fasc. 1, p. 48.)

1936. Moore (R.-H.). — Investigations of insecticidal plants. (*Rep. P. R. Exp. Sta. U. S. Dep. Agric.* 1936, p. 72, Washington D. C., août 1937.) [Analysé dans *The Review of applied entomology*, *série* A., vol. 26, avril 1938, p. 224.)

1931. Moutia (A.). — Entomological division. (*Ann. Rep. Dep. Agric.*, Mauritius 9, 1931.) [Analysé dans *The Review of appl. entomology*, sér. A, vol. 21, 1933, p. 424.]

1936. Parfent'ev (V.-Y.). — Sommaire des travaux de recherche scientifique de l'Institut de Protection des plantes en 1936. (Particule 1, Leningrad, *Lenin Acad. Agric. Sci.*, 1937, p. 224-227.) [Analysé dans *The Review of applied entomology*, sér. A, vol. 26, juillet 1938, p. 432.]

1925. Reh (L.) in *Sorauer*. — (*Handbuch der Pflanzenkrankheiten* Bd. IV, Teil 1, 4. Aufl., Berlin, 1925, S. 362.)

1923. Sakharov (N.-L.). — Report of the entomological department for the years 1916-1923. (*Trans. Saratov agric. exp. Stat. 1923.*)

1935. Sakharov (N. L.). — La résistance des plantes agricoles, immunité et mesures agricoles pour lutter contre les prédateurs. (*Social Grain Fmg.* 5, n° 1, Saratov, 1935.) [Analysé dans *The Review of applied entomology*, sér. A, vol. 23, juillet 1935, p. 394.]

1933. Shchegolev (V.-N.). — Sur l'importance économique d'*Etiella zinckenella* Tr., un fléau des soyas (*Plant. Prot.* 1932, n° 3, p. 66-70, Léningrad, 1933.) [Analysé dans *The Review of appl. entomology*, sér. A, vol. XXI, p. 633.]

1936. Strong (L.-A.). — Report of the Chief of the Bureau of Entomology and Plant Quarantine 1936. (*Washington D. C., U. S. Dep. Agric.* 1936.) [Analysé dans *The Review of applied entomology*, sér. A, vol. 25, juillet 1937, p. 412.]

1937. Strong (L.-A.). — Report of the Chief of the Bureau of Entomology and Plant Quarantine 1937. (*Washington D. C., U. S. Dep. Agric.* 1937.) [Analysé dans *The Review of applied entomology*, sér. A, vol. 26, juin 1938, p. 329.]

1936. Suire (J.). — (*Rapports sommaires sur les travaux accomplis dans les laboratoires en 1936*). [*Annales des Épiphyties et de Phytogénétique*, 1937, n° 3, p. 281.]

1934. Tollenaar (D.). — Jaarverslag 1 mai 1932-30 april 1933. (*Meded. Proefst. Vorstenl. Tabak*, n° 77, 1934.) [Analysé dans *The Review of applied entomology*, sér. A, vol. 22, p. 168.]

1938. Viktorov (V.-F.). — *Etiella zinckenella* Tr. parasite des melons d'eau. (*Plant Prote* n° 16, p. 108-110, Léningrad 1938.) [Analysé dans *The Review of applied entomology*, sér. A, vol. 27, part. 3, mars 1939, p. 152.]

1934. Wolcott (G.-N.). — Lima bean pod-borer caterpillars of Puerto-Rico on their wild hosts. (J. *Agric. P. R.* 18, n° 3, p. 429-434. Rio Piedras 27, octobre 1934.) [Analysé dans *The Review of applied entomology*, sér. A, vol. 23, p. 113-114, 1935.]

1933. Wolcott (G.-N.). — The Lima bean pod-borer caterpillars of Puerto-Rico. (J. *Dep. Agric. P. R.* 17, n° 3, p. 241-255, Rio Piedras, 1933.) [Analysé dans *The Review of applied entomology*, sér. A vol. 22, p. 153, 1934.

LES BASES SCIENTIFIQUES DES AVERTISSEMENTS AGRICOLES[1]

Par H. Darpoux,
Chef de Travaux au Centre National de Recherches Agronomiques, à Versailles.

SOMMAIRE.

(1) Conférence faite au Centre National de Recherches Agronomiques de Versailles le 18 mars 1943.

I. Introduction.

Les moyens de lutte contre les maladies des plantes sont principalement basés sur l'emploi d'agents chimiques, ceux-ci pouvant être appliqués préventivement ou curativement.

Les exemples de traitements curatifs sont peu nombreux; tels sont ceux qui s'appliquent aux parasites qui vivent à l'*extérieur* de l'hôte (Oïdium, Doryphore, etc.).

Dans la plupart des cas, la lutte doit être *préventive*. Elle consiste à couvrir la surface des organes sensibles du végétal d'un produit toxique qui formera une barrière à toute contamination.

L'époque d'application est capitale. Effectué trop tard, un traitement serait inefficace, car le parasite ne pourrait être atteint après sa pénétration dans le végétal; appliqué trop tôt, le produit serait lavé par les pluies et les organes en voie de croissance ne seraient pas protégés. Le moment opportun est celui qui précède immédiatement les contaminations.

La prévision des contaminations revêt donc une importance particulière. Elle ne peut

être faite par les agriculteurs et ceux-ci, laissés à eux-mêmes, en sont réduits à traiter à dates fixes et, par mesure de prudence, à multiplier le nombre des traitements.

C'est pour leur venir en aide que les stations d'avertissements agricoles ont été créées. Elles ont la mission d'indiquer aux agriculteurs les époques les plus favorables pour traiter contre les parasites des plantes cultivées. Elles réduisent au minimum le nombre des traitements, tout en assurant une protection efficace des récoltes.

Les services d'avertissements agricoles ont fait leurs preuves, surtout dans la lutte contre le Mildiou de la Vigne. Il y a près de 25 ans, Ravaz pouvait déjà envoyer, aux viticulteurs du Midi, cet avis : «Ne traitez pas». Cette décision, qui pouvait être lourde de conséquences, fut un succès, parce que l'auteur s'était appuyé sur des bases scientifiques sérieuses et sur des observations qui ne laissaient pas de place au doute. L'économie réalisée en produits anticryptogamiques et en main-d'œuvre fut considérable. Ce résultat, remarquable pour l'époque, est un magnifique exemple des services que peut rendre la science appliquée aux besoins de l'Agriculture.

Depuis, les méthodes ont été encore perfectionnées et étendues à plusieurs parasites animaux ou végétaux. Elles ont permis de réduire, en 1938, à un seul, le nombre des traitements contre le Mildiou de la Vigne dans la région du Centre, alors qu'en année normale quatre ou cinq traitements sont nécessaires.

Les Services d'avertissements agricoles revêtent actuellement une importance toute particulière en raison de la pénurie en produits antiparasitaires.

Les *méthodes* s'appuient sur la connaissance :

1° De la biologie du parasite ;

2° De l'action des facteurs du milieu sur l'évolution du parasite;

3° De la réceptivité du végétal aux différentes phases de son développement.

Ces bases étant établies par les Stations de recherches, le Service d'avertissements les utilise en tenant compte :

a. Des facteurs météorologiques :

1° Par leur observation journalière;

2° Par la prévision, si possible, de certains de ces facteurs.

b. Du rapport surface non traitée sur surface traitée.

c. Des résultats statistiques des invasions au cours des années précédentes.

Nous étudierons en premier lieu chacune de ces parties pour le Mildiou de la Vigne et nous indiquerons comment les époques d'application des traitements peuvent être déterminées. Puis nous verrons plus rapidement ce qui concerne le Mildiou de la Pomme de terre et les Tavelures du Pommier et du Poirier. Enfin nous terminerons par l'exposé des méthodes simples mais efficaces, utilisées contre le Carpocapse du Pommier et du Poirier, et contre l'Eudémis et la Cochylis de la Vigne.

II. Le Mildiou de la Vigne.

1° Biologie du parasite.

Le Mildiou de la Vigne est causé par un champignon de la famille des Péronosporées, le *Plasmopara viticola* (Toni et de Berlese).

L'appareil végétatif du parasite est constitué par un *mycélium* continu, intercellulaire, muni de suçoirs globuleux (fig. 1).

Les organes de reproduction sont de deux sortes :

1° Les organes de conservation hivernale : les *œufs* ou *oospores;*

2° Les organes de propagation estivale : les *conidies.*

Les œufs sont des organes sexués qui se forment à l'automne. On les trouve en abondance dans les « points de tapisserie » que déterminent sur les feuilles les infections tardives. Les œufs sont de forme arrondie et entourés par une membrane épaisse. Ils hivernent dans les feuilles mortes et, au printemps, germent en émettant un filament terminé par un renflement piriforme : la *macroconidie*. Cette dernière donne naissance à des *zoospores*, qui, sur les organes verts de la Vigne, provoqueront la *contamination primaire*.

Le mycélium issu de la zoospore se développe entre les cellules de l'hôte. Après une *durée d'incubation* de plusieurs jours (phase invisible) des taches apparaissent, c'est l'*éclosion*.

Par temps humide, des ramifications du mycélium sortent à travers les stomates de la face inférieure des feuilles. Ce sont des arbuscules appelés *conidiophores* qui portent les sporanges ou *conidies*. Ces dernières évoluent en zoospores qui assurent *les contaminations secondaires*.

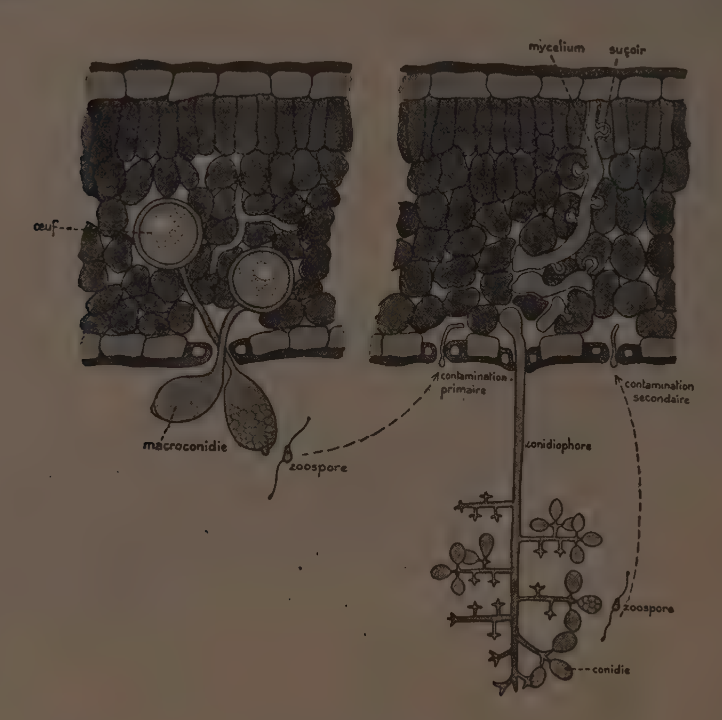


Fig. 1.

Nous appellerons *invasion* l'ensemble : contamination, durée d'incubation et éclosion.

Plusieurs invasions secondaires peuvent se succéder et chevaucher pendant la période de croissance active de la Vigne.

2° Action des facteurs du milieu sur la biologie du parasite.

a. *Sur la maturation des œufs.*

Les œufs arrivent à maturité plus ou moins tôt, suivant les conditions climatiques de la période hivernale et du début du printemps. La pluie semble être le facteur prédominant qui active leur maturation.

L'étude de la germination des œufs au laboratoire permet de suivre la maturation et de déterminer le moment où ces organes sont aptes à germer dans la nature (fig 2).

La technique est la suivante : des fragments de feuilles de Vigne, contenant des oospores, sont récoltés à l'automne et conservés sur le sol dans les conditions naturelles; les œufs sont ensuite isolés au laboratoire et mis en boîte de Petri, sur papier buvard humide, dans les conditions optima de température (20-25°). Les macroconidies apparaissent au bout d'un temps variable, en rapport avec le degré de maturité des œufs.

b. *Sur la faculté germinative des œufs.*

Un fort pourcentage d'œufs demeure incapable de germer. D'autre part, il semble que

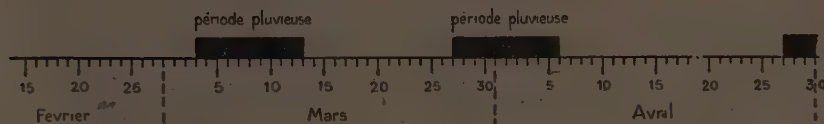


Fig. 2. — Observations sur la maturation et sur la faculté germinative des œufs de mildiou de la vigne (Bordeaux 1941).

ceux qui sont arrivés à maturité perdent ensuite rapidement leur faculté germinative, s'ils ne trouvent pas les conditions favorables à leur germination (fig. 2).

c. *Sur la germination des œufs.*

Pour germer, les œufs exigent une forte humidité, des pluies prolongées et une température suffisante. Ravaz a montré que la germination ne se produit qu'à des températures supérieures à 11°. Pour Arrens, elle a lieu entre 11° et 32°, avec optimum à 25°.

d. *Sur la contamination primaire.*

La contamination primaire aura lieu, lorsque les œufs seront mûrs, au cours d'une période pluvieuse, par température supérieure à 11°. Son intensité dépend du pourcentage d'œufs aptes à germer.

e. *Sur la durée d'incubation.*

D'après Ravaz et Branas, cette durée est constante à Montpellier : neuf jours pour l'invasion primaire, sept jours pour les invasions secondaires (fig. 3).

A Clermont-Ferrand, Schad indique une durée de huit jours pour les invasions secondaires.

D'autres auteurs signalent par contre une action de la température et de l'humidité.

Pour Müller et Sleumer, dans le Pays de Bade, un état hygrométrique élevé diminue la durée de la période d'incubation; à 13°,5 la durée est de six jours pour une humidité relative de 100 et de onze à douze jours pour une humidité de 80 à 90. Une température basse ou trop élevée peut accentuer la durée. A température constante, le temps d'incubation serait plus court qu'à température variable.

A Bordeaux, Capus établit une courbe sensiblement parallèle, mais supérieure de deux à quatre jours.

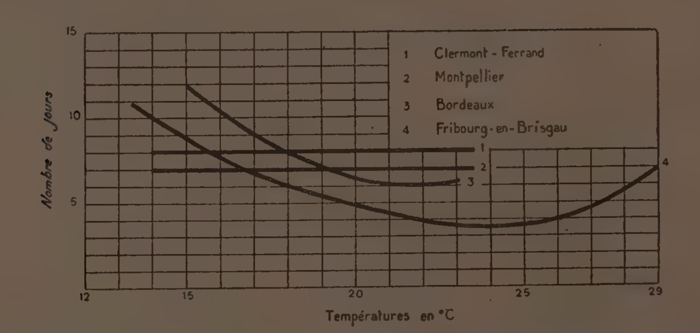


Fig. 3. — Courbe du temps d'incubation en fonction de la température (d'après Schad).

L'opinion des différents auteurs est donc contradictoire. Il serait utile de préciser l'influence de la température, de l'humidité et de la croissance de l'hôte sur la durée d'incubation.

f. *Sur l'éclosion.*

Par temps humide la maladie se manifeste par l'apparition de taches, à la face inférieure desquelles on observe un duvet blanchâtre de conidiophores.

Par temps sec, on a un simple jaunissement de la partie attaquée, c'est la « tache d'huile ».

La durée de la phase « tache d'huile » varie suivant les conditions climatologiques. Par état hygrométrique faible, ainsi qu'à température basse ou élevée, la tache d'huile ne fructifie pas. Il faut une humidité relative minima de 70 à 80 ; à l'optimum, 95, les conidiophores apparaissent en quelques heures. La température doit être comprise entre 13° et 30°, l'optimum étant de 18°-24°.

g. *Sur l'évolution des conidies.*

Les conidies évoluent entre 6°,5 et 30°, avec un optimum à 24°-25°. Au-dessus de 35° elles sont tuées (fig. 4).

Elles perdent rapidement leur faculté germinative dans un air sec et chaud. De 17° à 25°, dans l'air très humide, elles conservent leur vitalité pendant cinq jours.

Les conidies nouvellement formées germent plus rapidement, ce sont les plus dangereuses.

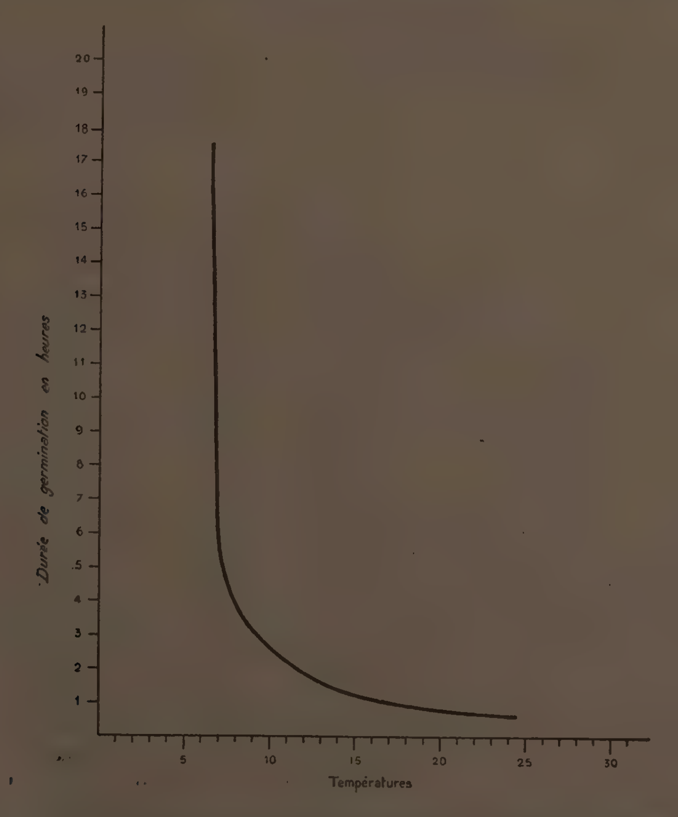


Fig. 4. — Courbe de l'évolution des conidies en fonction de la température (d'après Ravaz).

b. *Sur les contaminations secondaires.*

Les conidies ne germent que dans l'eau liquide. Elles donnent naissance à des zoospores qui assurent la contamination. La température intervient dans la rapidité d'évolution des conidies : à 10°, il faut 2 h. 45 ; à 25°, 40 minutes. Il suffit de 2 heures à une température de 18 à 21° pour assurer la contamination.

3° Réceptivité de la vigne.

Certains hybrides sont *résistants* au Mildiou, mais parmi ceux qui sont cultivés actuellement, aucun ne possède les qualités suffisantes pour donner des vins de crû.

Les cépages français sont tous *sensibles;* ils présentent cependant des différences qu'il est intéressant de connaître. Par exemple, parmi les cépages du Bordelais, le Merlot est très sensible sur grappes mais relativement peu sur feuilles; c'est l'inverse pour le Malbec; le Cabernet franc est sensible sur grappes et feuilles tandis que le Cabernet Sauvignon l'est beaucoup moins.

Pour un cépage donné, la *réceptivité* varie avec l'action des facteurs du milieu et, pour chaque organe, avec son stade de végétation.

a. *Action des facteurs du milieu.*

L'humidité augmenterait la réceptivité de la Vigne. Capus a constaté qu'une pluie préparatoire, se produisant quelques jours avant la contamination, mettrait la Vigne en état de réceptivité.

Il semble que le froid agisse dans le même sens.

b. *Réceptivité des organes au cours de leur développement : stades critiques.*

Seuls les organes verts sont sensibles. Les tissus les plus riches en eau sont les plus attaqués, on ne sait pour quelles raisons :

1° *Feuilles.* — Les jeunes feuilles mesurant moins de 1 centim. 5 × 1 centim. 5 ne sont pas atteintes, car à ce stade leurs stomates sont encore fermés. Elles sont ensuite sensibles pendant toute la durée de leur développement. Elles acquièrent une résistance marquée quand leur croissance est terminée, puis redeviennent sensibles au début de l'aoûtement.

2° *Grappes.* — Les grappes peuvent être atteintes dès leur apparition. Elles sont particulièrement sensibles à la floraison et à la nouaison. L'attaque peut être entière ou partielle. Les grains deviennent résistants à la véraison.

3° *Stades critiques.* — On considère comme particulièrement critique le *stade 7 à 8 feuilles,* où les jeunes grappes sont bien dégagées, la *préfloraison* et la *nouaison.*

4° Les facteurs météorologiques.

a. *Leur observation.*

Les facteurs météorologiques doivent être suivis journellement, notamment la pluie

et la température, afin de déterminer certains stades invisibles de l'évolution du parasite, par exemple les contaminations. Il sera ensuite facile de prévoir l'éclosion grâce à la connaissance de la durée d'incubation.

b. *Leur prévision.*

Si l'on pouvait prévoir, quatre ou cinq jours à l'avance, les facteurs météorologiques, notamment les pluies, les époques d'application des traitements seraient déterminées avec une précision mathématique. Mais la météorologie ne permet pas actuellement de telles prévisions. Cependant, l'étude de la marche des dépressions, grâce aux bulletins de l'Office national météorologique, pourra être utile dans certains cas.

5° Le rapport surface non traitée sur surface traitée.

Une attaque sera d'autant moins à craindre que ce rapport sera plus faible.

Ce rapport est égal à zéro lorsque la Vigne vient d'être traitée, il augmente ensuite avec la rapidité de croissance du végétal.

L'étude de l'*allongement d'un rameau* est donc utile. La croissance, lente au début, est rapide vers la floraison, puis diminue ensuite. On obtient une courbe en S (fig. 5).

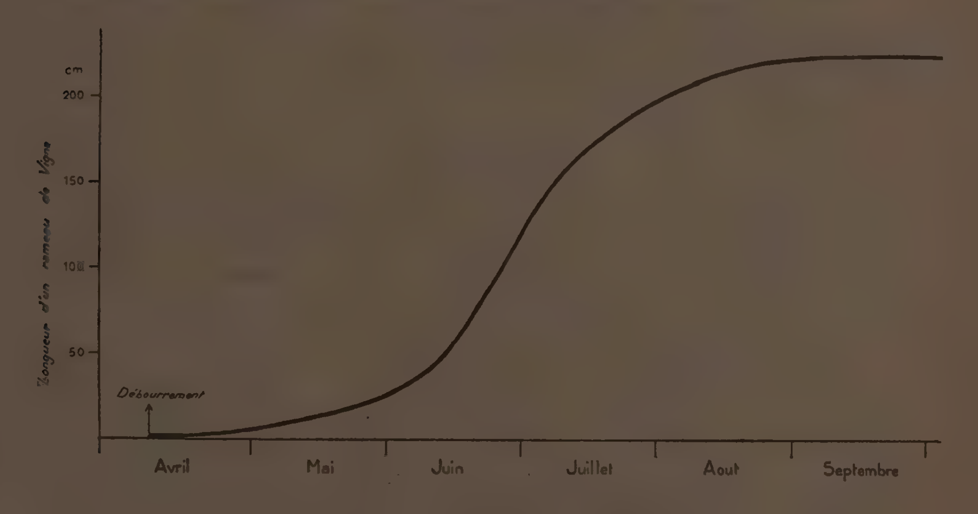


Fig. 5. — Courbe de l'allongement d'un rameau de vigne.

Le nombre des feuilles augmente d'autant plus vite que la croissance est plus rapide.

La surface foliaire relative peut être déterminée par la mesure de la longueur et de la largeur des feuilles d'un rameau.

$$S_T = \Sigma (L \times l).$$

La surface traitée est égale à la surface S_T calculée par les mesures faites le jour du dernier traitement.

A un moment quelconque, la *surface non traitée* (Snt) est égale à la différence entre la surface totale (S_T) et la surface traitée (S_t) :

$$Snt = S_T - S_t.$$

Le rapport $\frac{Snt}{S_t}$ est donc connu et peut être représenté graphiquement (fig. 6).

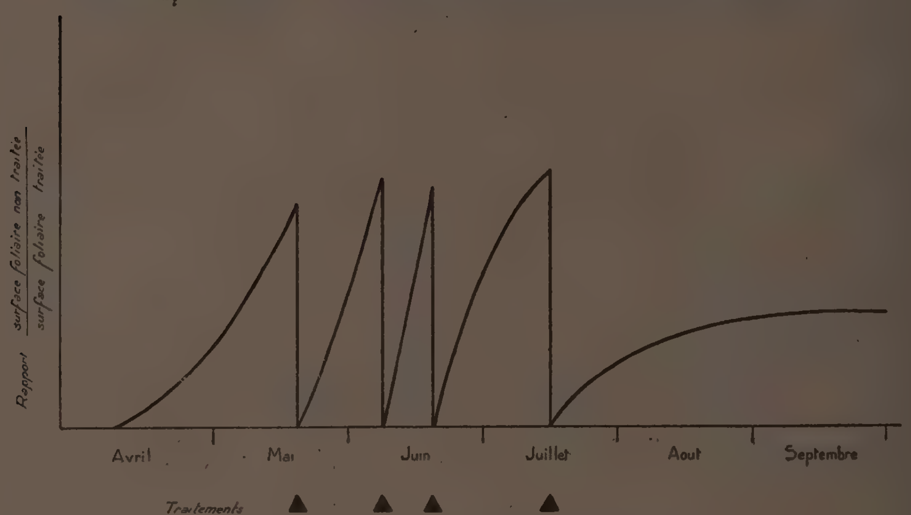


Fig. 6. — Courbe du rapport $\frac{\text{surface foliaire non traitée}}{\text{surface foliaire traitée}}$.

6° Les résultats statistiques.

Les moyennes des intensités des invasions observées sur de nombreuses années, pour une région donnée, permettent de déterminer les époques où les graves attaques de Mildiou sont le plus à craindre (fig. 7). Il est utile de tenir compte de ces résultats lorsqu'on hésite pour conseiller un traitement.

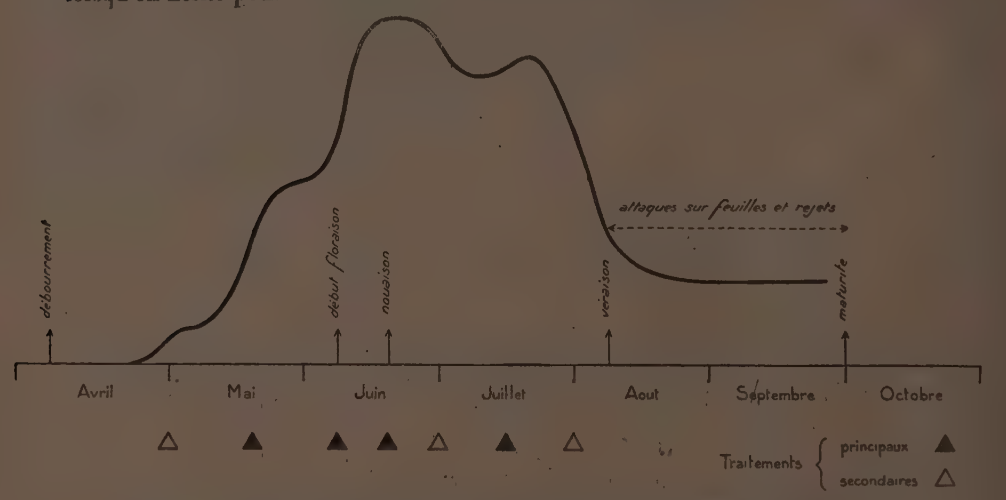
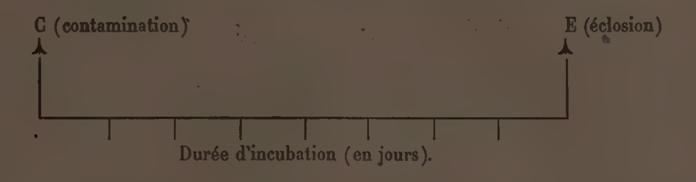


Fig. 7. — Courbe de la moyenne de l'intensité des invasions du Mildiou de la vigne au cours des dix dernières années.

7° Détermination des époques d'application des traitements.

Si la pluie pouvait être prévue suffisamment à l'avance, on pourrait traiter juste avant la contamination. A défaut, le traitement sera conseillé au moment où une attaque présenterait le maximum de gravité si la pluie contaminatrice survenait.

Pour la clarté de l'exposé, nous représenterons une invasion de la façon suivante :



Lorsque les œufs seront arrivés à maturité, le premier traitement (T1) sera conseillé si le pourcentage de ces œufs aptes à germer est élevé (par exemple supérieur à 25 p. 100 [1]) et si la Vigne est à un stade critique (7 à 8 feuilles par exemple).

Le plus souvent, l'invasion primaire est de faible intensité et T_1 peut être supprimé.

Nous avons vu comment le moment de la contamination C_1 pouvait être déterminé (période pluvieuse par température supérieure à 11° lorsque les œufs sont mûrs). Connaissant la durée d'incubation, l'éclosion E_1 sera donc prévue plusieurs jours à l'avance. Son importance dépend du pourcentage d'œufs aptes à germer, de la durée de la pluie et de la température à la contamination.

Nous savons que les éclosions sont les stades dangereux du parasite. *Les traitements seront donc conseillés à la veille des éclosions graves en tenant compte de la réceptivité de la vigne, du rapport surface non traitée sur surface traitée et des résultats statistiques des invasions au cours des années précédentes.*

C'est seulement dans le cas où les facteurs météorologiques seront prévus avec quasi-certitude, suffisamment tôt, que les traitements seront reculés. Supposons, par exemple, qu'à la veille d'une éclosion, le temps soit au beau fixe depuis plusieurs jours, que la pression barométrique se maintienne élevée et que les renseignements de l'Office national météorologique n'indiquent aucune perturbation atmosphérique imminente, on pourra laisser les taches apparaître et attendre, pour traiter, les premiers indices d'un changement de temps.

Exemple : Service d'avertissements agricoles du Sud-Ouest : Bordeaux 1941 (fig. 8).

Les œufs, prélevés dans la nature, germaient, au laboratoire, en moins de vingt-quatre heures, le 4 avril. On pouvait donc considérer qu'ils étaient arrivés à maturité à cette date. Mais la Vigne n'avait pas encore débourré; le traitement T_1 était donc inutile.

Nous avons dit que la contamination primaire (phase invisible) se produisait lorsque les œufs sont mûrs, au cours d'une pluie par température supérieure à 11°. Ces conditions se sont trouvées réalisées le 29 avril. A cette date nous avions déterminé, au laboratoire, que 1 p. 100 seulement des œufs étaient aptes à germer. Nous avions donc la

[1] Au cours de nos observations, en 1941, la proportion d'œufs aptes à germer a présenté un maximum de 30 p. 100, fin mars; elle n'était plus que de 1 p. 100 au moment de la contamination primaire, fin avril, la presque totalité des œufs ayant perdu alors leur faculté germinative pendant la période de sécheresse du 6 au 28 avril.

certitude que les infections étaient peu nombreuses. Il était alors facile de prévoir une éclosion E_1 peu importante et de supprimer le traitement T_2.

Le 10 mai, en effet, les taches apparurent en très petit nombre; la faible chute de pluie du même jour ne pouvait donc déterminer qu'une contamination C_2 peu importante. C'est ce qui nous a incité à supprimer le traitement T_3.

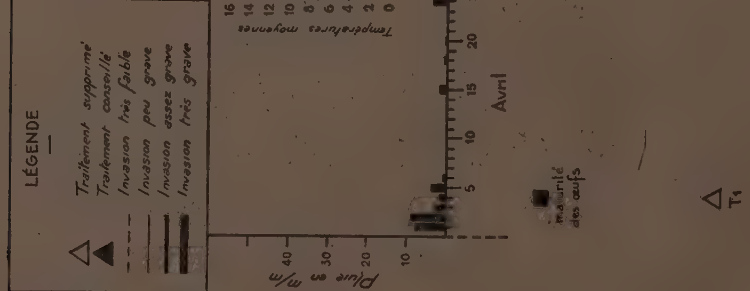


Fig. 8.

Le jour même de l'éclosion E_2 et les jours suivants, des contaminations plus nombreuses, mais encore peu graves, se produisirent. Comme l'éclosion E_3 devait se manifester à partir du 1er juin et devait être plus généralisée, le traitement T_4 fut conseillé pour être appliqué du 27 au 31 mai.

L'éclosion E_3 apparut par temps pluvieux; des contaminations C_4 eurent lieu immédiatement. L'éclosion correspondante E_4 était prévue comme assez grave et un deuxième traitement (T_5) fut préconisé le 7 juin.

Les contaminations C_5 furent aussi assez nombreuses, d'où un troisième traitement (T_6) le 23 juin. A cette date la Vigne était au stade critique de la floraison.

Une pluie d'orage par température élevée déclancha une grave contamination C_6 le 26 juin. L'attaque devait se manifester le 4 juillet. A la veille de cette date, le temps étant au beau fixe depuis plusieurs jours, le traitement T_7 pouvait être retardé. Les taches apparurent par températures élevées (maxima dépassant 30° pendant plusieurs jours et atteignant 36°). Les conidies correspondant à E_6 furent donc détruites presque en totalité. On pouvait donc supprimer sans crainte le traitement T_7 et attendre la période pluvieuse.

Les pluies du 9 au 15 juillet déterminèrent quelques contaminations peu nombreuses. On pouvait donc s'attendre à voir apparaître des taches à partir du 17 juillet. C'est pour cette raison que le quatrième traitement (T_8) fut préconisé le 14 juillet.

Ce traitement fut capital, car dans la nuit du 17 au 18 juillet une forte rosée détermina la contamination C_8 qui fut très grave et généralisée.

Par la suite, les Vignes correctement traitées souffrirent peu. Un traitement partiel fut conseillé le 1er août pour favoriser l'aoûtement du bois.

Ainsi, grâce aux bases scientifiques des avertissements agricoles, les traitements T_1, T_2, T_3, T_7, qui correspondaient à des invasions faibles ou peu graves, purent être supprimés.

Pourtant, il était admis qu'à un hiver et un début de printemps pluvieux devaient succéder des attaques précoces et graves. Les conditions météorologiques de cette année-là incitèrent donc certains viticulteurs à effectuer plusieurs traitements en avril et mai. C'est grâce à l'observation de la perte du pouvoir germinatif des œufs pendant la courte période de sécheresse du 7 au 27 avril que nous avons pu dire sans crainte : «Ne traitez pas».

Des viticulteurs eurent aussi tendance à appliquer un traitement à l'éclosion E_6. Ce traitement, effectué avant une période pluvieuse, pouvait être considéré comme opportun. En réalité, il ne prévint que des contaminations C_7 de faible importance (les conidies issues de l'éclosion E_6 ayant été détruites en presque totalité par les températures élevées). Ce traitement fut néfaste en ce sens qu'il amena l'emploi, par les viticulteurs, des disponibilités en cuivre qui leur restaient et qui auraient été indispensables au traitement T_8. La presque totalité de la récolte des Vignes ainsitraitées devait en effet être perdue par la suite.

Si l'on s'était basé uniquement sur la pluie, le traitement T_8 aurait semblé trop tardif. En réalité, il prévînt l'attaque extrêmement grave du 18 juillet, déclanchée par une forte rosée.

La prévision de la pluie n'aurait donc pas suffi dans ce cas. Elle serait certes d'une grande utilité, mais les bases scientifiques actuellement à notre disposition permettent de déterminer les époques d'application des traitements avec un pourcentage très élevé de chances de succès.

Des recherches nouvelles pourraient d'ailleurs être entreprises pour préciser certains points encore obscurs et augmenter la précision des méthodes employées.

*
* *

III. Le Mildiou de la Pomme de terre.

1° Biologie du parasite.

Le Mildiou de la Pomme de terre est causé par une Peronosporée, le *Phytophtora infestans* (de Bary).

Le mycélium est continu, intercellulaire, muni de suçoirs irréguliers. Il émet des conidiophores en forme de cyme sur lesquels prennent naissance les conidies. Ces dernières assurent les contaminations secondaires soit directement, soit par l'intermédiaire de zoospores selon la température au moment de leur germination.

Les taches apparaissent après une durée d'incubation relativement courte (quatre jours en moyenne).

Plusieurs contaminations secondaires peuvent se succéder au cours de la période de végétation de la Pomme de terre.

Le mode d'hibernation diffère de celui du Plasmopara viticola. Les œufs n'ont pas été observés dans la nature. Il semble que le parasite se conserve principalement par son mycélium dans les tubercules. Ceux-ci, plantés au printemps, émettent les premières pousses malades (foyers primaires), qui seraient ainsi infectées à partir du mycélium du tubercule.

2° Action des facteurs du milieu sur la biologie du parasite.

a. *Sur la formation des conidiophores.*

Les conidiophores, susceptibles de donner naissance à des conidies viables, ne peuvent apparaître que si une humidité relative supérieure à 95 se maintient pendant huit heures au moins autour de la plante.

b. *Sur la germination des conidies.*

Les conidies peuvent germer de 4° à 30° environ, soit en donnant des zoospores (optimum 10° à 15°), soit par filament (optimum 25°).

L'absence d'eau pendant trente minutes tue les conidies détachées de leurs conidiophores.

c. *Sur la germination des zoospores.*

Elle peut se produire de 3° à 28°. Entre 6° et 24°, 70 p. 100 des zoospores sont capables de germer.

d. *Sur les contaminations.*

Une humidité de 95 p. 100 doit subsister onze à douze heures autour de la plante pour que les conidies, puis les zoospores, puissent inoculer la maladie. La température optimum est de 10° à 15°. A cette température, le mycélium s'établirait dans les tissus de l'hôte en deux heures et demie, le maximum de rapidité se produisant de 20° à 23°.

D'après de Beaumont, lorsqu'il y a des taches de Mildiou, une nouvelle contamination se produirait si, pendant au moins deux jours :

1° La température minimum est supérieure ou égale à 10°;
2° L'humidité relative ne tombe pas au-dessous de 75 p. 100.

e. *Sur la durée d'incubation.*

Elle serait de 66 à 82 heures de 20° à 23°; elle atteindrait 120 heures à 10° et 78 heures à 30°.

3° Réceptivité de la pomme de terre.

Dans une variété sensible, les plantes âgées sont plus réceptives que les plantes jeunes.

D'après Ducomet, les pommes de terre ne sont réceptives, dans les conditions naturelles, qu'à partir de la floraison, ou de l'état physiologique qui lui correspond pour les variétés qui ne fleurissent pas.

D'après Limasset, cette augmentation de la réceptivité pourrait s'expliquer en tenant compte uniquement des conditions microclimatiques spéciales, créées par le feuillage des plantes à l'approche de la floraison (maintien de l'humidité et d'une certaine fraîcheur favorisant la germination des conidies et s'opposant à des élévations de température capables de tuer le mycélium).

4° Détermination des époques d'application des traitements.

Pour observer les premières manifestations de la maladie, on suit l'évolution des pousses issues de tubercules contaminés artificiellement et cultivés dans les conditions naturelles.

Le premier traitement est conseillé dès que les premières efflorescences apparaissent dans ces foyers primaires.

On pourrait aussi tenir compte d'une remarque de Ducomet suivant laquelle les invasions apparaissent d'abord dans les régions de l'Ouest, vraisemblablement parce que les conditions météorologiques favorables au développement du parasite s'y trouvent réalisées plus tôt que dans les régions de l'Est. Un poste d'alerte en Bretagne pourrait donc prévenir les postes parisiens des premières attaques.

Les contaminations secondaires peuvent être déterminées en tenant compte des règles de de Beaumont. Connaissant la durée d'incubation, les éclosions peuvent ainsi être prévues.

Afin de mieux suivre la marche des invasions secondaires, les tubercules contaminés qui donneront des pousses sur lesquelles apparaîtront les foyers primaires, sont plantés au milieu de tubercules sains de variétés sensibles. Sur les organes aériens issus de ces derniers, les éclosions secondaires peuvent être facilement observées.

Les traitements sont conseillés suivant la technique indiquée pour le Mildiou de la Vigne. Mais la courte durée d'incubation (quatre jours en moyenne) laisse une marge un peu faible pour effectuer le traitement, d'où une application délicate de la méthode. Par contre, la croissance des parties aériennes de la Pomme de terre étant fortement ralentie après la floraison, le rapport surface non traitée sur surface traitée variera lentement, ce qui permettra d'espacer les traitements.

*
* *

IV. Tavelures du Pommier et du Poirier.

1° Biologie des parasites.

Les Tavelures du Pommier et du Poirier sont causées par deux champignons tres voisins, du genre Venturia (*Venturia inaequalis* sur Pommier, *Venturia pirina* sur Poirier).

L'évolution de ces cryptogames comporte une phase parasitaire et une phase saprophytique.

Dans la phase parasitaire, le mycélium cloisonné vit sous la cuticule des feuilles, fruits ou jeunes rameaux du végétal.

Dans la seconde phase, il se développe à l'intérieur du parenchyme des feuilles mortes.

Les organes de reproduction sont de deux sortes :

1° *Les périthèces,* qui se forment à l'automne, au cours de la phase saprophytique, par multiplication sexuée. Ce sont des organes piriformes, entourés d'un pseudopéridium noir, qui laissent sortir leur ostiole à l'extérieur des tissus foliaires (fig. 9).

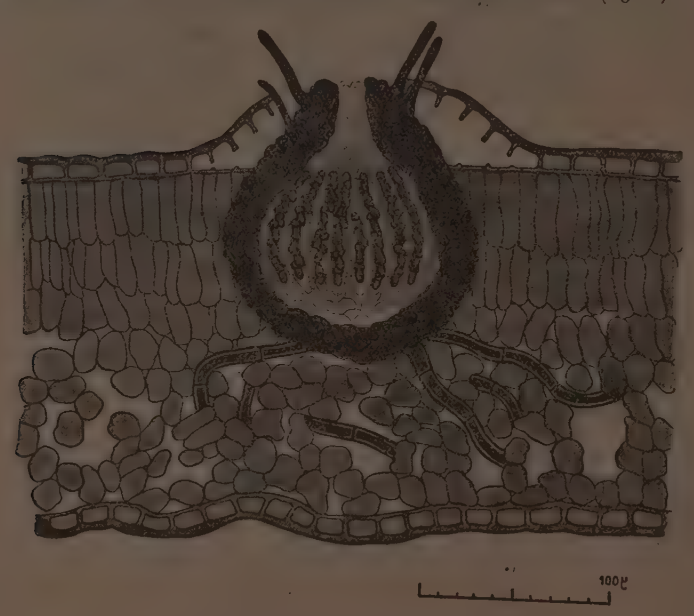


Fig. 9. — Périthèce de *Venturia inaequalis.*

A la fin de l'hiver, à l'intérieur du périthèce, apparaissent des sortes de sacs, les *asques*. Ceux-ci renferment 8 *ascospores* bicellulaires qui, projetées sur les organes sensibles du végétal, assurent les contaminations primaires.

Lorsque la contamination primaire s'est produite, le mycélium se développe sous la cuticule et, après une incubation de seize à vingt-deux jours, les taches apparaissent. Celles-ci se recouvrent bientôt de courts conidiophores qui portent les conidies, seconde forme de propagation de la maladie (fig. 10).



Fig. 10.

2° La *forme conidienne*, qui appartient au genre Fusicladium, d'où les noms de *Fusicladium dendriticum* donné parfois au champignon du Pommier et de *Fusicladium pirinum* donné à celui du Poirier. Ce sont les conidies qui déterminent les contaminations secondaires.

Les conidies peuvent, d'autre part, prendre naissance au cours de l'hiver et au printemps, sur les taches formées l'année précédente sur rameaux, et concourir, avec les ascospores, à déclancher les premières contaminations.

L'importance du rôle que jouent ces conidies, et celui des ascospores, au cours de ces contaminations, est encore discutée et reste à préciser.

2° Influence des facteurs du milieu sur la biologie des parasites.

Elle a surtout été étudiée sur le Pommier. Il semble que pour le Poirier elle soit à peu près la même.

a. *Sur la formation et la maturation des périthèces.*

La plupart des observations ont été effectuées à l'étranger, principalement en Amérique.

L'étude des périthèces n'a été entreprise en France qu'au cours des dernières années et de nombreux points restent encore à élucider.

Les périthèces se formeraient à des températures basses, l'optimum paraissant être 3°. On les rencontre en plus grand nombre sur la face des feuilles exposée à la lumière.

Il semble qu'ils mûrissent plus tôt sur les premières feuilles tombées que sur les feuilles tombées plus tard. La neige nuit à leur évolution.

Les ascospores, pâles au début de leur formation, prennent une coloration nettement jaune à maturité. Leur maturation se ferait le mieux à 20°, une température supérieure à 24° étant défavorable si l'atmosphère est humide.

b. *Sur la projection des ascospores.*

Les ascospores sont projetées durant les pluies ou immédiatement après, tant que les feuilles sont mouillées. La rosée ne suffit pas.

D'autre part, la température semble jouer un rôle. D'après les observations que nous avons faites à Bordeaux en 1940, il résulte que le minimum de température doit être aux environs de 10°. Des expériences de laboratoire permettraient de donner plus de précisions.

Influence de la température sur la projection des ascospores (Bordeaux 1940).

DATES.	PLUIES EN M/M.	TEMPÉRATURES — À LA FIN de la chute de pluie.	TEMPÉRATURES — SIX HEURES plus tard.	OBSERVATIONS.
25 mars	13,3	10,2	8,8	Aucune projetion.
26 —	8,9	9,8	9,0	—
28 —	0,9	4,9	2,0	—
29 —	0,8	9,2	7,0	—
2 avril	1,8	10,2	14,0	Projections.
3 —	2,3	12,5	13,0	—
4-5 avril	3,1	11,2	12,8	—
8 avril	1,7	10,0	10,0	Aucune projection.
10 —	3,9	5,0	7,0	—
13 —	2,3	8,2	10,0	—
17 avril	12,0	11,0	13,0	Projections.
23-24 avril	28,6	11,0	14,0	—
25-26 —	20,2	14,5	14.0	—

c. *Sur les contaminations par les ascospores.*

Les ascospores germent immédiatement après leur projection. L'optimum pour la germination est 20°. La contamination ne se produit que si les organes sur lesquels tombent les ascospores restent mouillés un certain temps :

15 heures à 6°;
11 heures à 9°;
7 heures à 15°;
4 heures à 20°;
6 heures à 24°;
10 heures à 26°.

d. *Sur la durée d'incubation.*

L'incubation a une durée variable avec la température. D'après Keitt, elle serait de :

17 jours à 8°;
8 à 14 jours à 20-25°;
13 jours à 26°.

A Bordeaux, nous avons observé des durées supérieures de quelques jours, jusqu'à 22 jours par température moyenne de 10°.

Il serait intéressant de connaître si la durée d'incubation, après contamination par conidies, est, à une température donnée, identique à celle qui suit une contamination par ascospores.

e. *Sur les contaminations par conidies.*

De nombreuses conidies se forment au cours de l'hiver, mais on a peu de renseignements sur leur conservation et sur le moment où elles sont aptes à germer.

Celles qui prennent naissance pendant la période de végétation de l'arbre assurent les contaminations secondaires. Elles germent plus difficilement que les ascospores. Elles exigent certaines conditions d'humidité et de température, sur lesquelles il serait intéressant d'entreprendre des études précises.

3° Réceptivité du pommier et du poirier.

Toutes les parties aériennes jeunes sont réceptives. D'une façon générale, les feuilles et les fruits sont plus attaqués que les rameaux. La sensibilité comparée des feuilles et des fruits varie suivant les variétés. Les attaques sur rameaux sont fréquentes sur Poiriers; on les observe sur certaines variétés de Pommiers.

La réceptivité varie avec l'âge. Les jeunes plantes sont les plus attaquées. Le sol semble avoir une influence; certains auteurs indiquent que les attaques sur rameaux seraient plus fréquentes dans les sols compacts.

Le climat, en dehors de son action sur la biologie du parasite, agirait sur la réceptivité de l'hôte; la pluviosité et, d'une façon générale, l'humidité, rendrait le végétal plus sensible.

4° Détermination des époques d'application des traitements.

Les traitements étaient généralement conseillés en se basant sur les stades de végétation de l'arbre. Les règles ci-après étaient adoptées :

1° Traitement du bouton vert : efficacité discutée;
2° Traitement du bouton rose : capital;
3° Traitement de fin floraison : important;
4° Traitement deux semaines après : en année pluvieuse;
5° Traitement quatre semaines après : en année très pluvieuse.

Les résultats étaient satisfaisants lorsque les contaminations concordaient avec les applications. Mais cette méthode empirique se trouvait souvent en défaut. Par exemple, au cours des années 1940 et 1941 où nous avons suivi l'évolution des Tavelures à Bordeaux, le traitement du stade bouton rose aurait été effectué nettement trop tard pour prévenir les attaques les plus graves.

Il était donc souhaitable que les Services d'avertissements utilisent une méthode comparable à celle décrite pour le Mildiou de la Vigne. Des études sont en cours pour mettre au point cette méthode. Les connaissances actuelles permettent déjà d'apporter plus de précisions dans la détermination des dates d'application des traitements.

a. *Premières contaminations.*

Nous avons vu que les premières contaminations pouvaient être déclanchées par les ascospores ou par les conidies issues des lésions de rameaux.

Pour prévoir ces contaminations, il est donc nécessaire d'étudier l'évolution des deux sortes de spores.

1. *Étude des périthèces.* — On détermine :

— l'arrivée à maturité des premiers périthèces;
— le moment où le maximum de périthèces sont mûrs;
— l'époque où tous les périthèces ont projeté leurs ascospores.

Des coupes de périthèces, observées au microscope, donnent un premier renseignement sur l'état de maturité des ascospores.

D'autre part, l'étude de la maturation de ces organes est faite en utilisant la technique suivante : des fragments de feuille portant des périthèces sont mis en boîte de Petri, sur papier buvard humide, à la température optimum (20°); le temps nécessaire pour recueillir les ascospores sur le couvercle vaseliné de la boîte renseigne sur leur degré de maturité.

Un premier traitement est conseillé dès que les premiers périthèces sont mûrs, si les Pommiers ou Poiriers ont débourré. Le deuxième traitement tient compte du pourcentage de périthèces arrivés à maturité.

Des plaques vaselinées, disposées dans le verger, recueilleront les ascospores et renseigneront sur le nombre et l'intensité des contaminations primaires.

2. *Etude des conidies.* — Ces organes semblent jouer un rôle important, surtout sur Poiriers. Il convient donc de ne pas négliger ce facteur. On connaît mal leur mode de conservation et les conditions qui permettent leur germination. Des recherches devraient être effectuées dans ce sens.

Il est vraisemblable que les conidies acquièrent leur maturité au printemps et qu'elles germent ensuite par pluviosité et température suffisantes.

Les Services d'avertissements devraient donc suivre la maturation des conidies par une méthode analogue à celle décrite pour les périthèces de Tavelures, ou les œufs de Mildiou (temps nécessaire pour obtenir leur germination au laboratoire par humidité et température optima).

Pour préconiser les premiers traitements, on tiendrait compte de cet élément.

b. *Contaminations secondaires.*

Pour les Tavelures, les contaminations primaires sont les plus nombreuses et les plus dangereuses. Les arbres bien préservés par les premiers traitements sont peu atteints par la suite.

Cependant, il sera utile d'effectuer un ou deux traitements complémentaires pour prévenir les principales contaminations secondaires.

Ici encore, le stade critique du parasite est l'apparition des taches. Les traitements devront être appliqués à la veille des éclosions graves, lesquelles peuvent être prévues longtemps à l'avance par la connaissance de la durée d'incubation (vingt jours environ pour les contaminations primaires).

c. *Exemple : Bordeaux (1941). Invasions principales et traitements* (fig. 11).

Les périthèces étaient arrivés à maturité le 26 mars. Le premier traitement fut donc conseillé à cette date. Les projections principales d'ascospores dans la nature et, par suite, les contaminations primaires eurent lieu le 30 mars et le 1er avril. Les éclosions correspondantes étaient prévues aux environs du 20 avril et un deuxième traitement fut préconisé le 16 avril. Des contaminations secondaires se produisirent le 24 avril, le troisième traitement fut indiqué le 6 mai, avant l'éclosion correspondante. Ce traitement prévint les contaminations des 9 et 10 mai.

Le premier traitement, qui fut capital, devait donc être effectué avant le stade bouton vert du Pommier. Les autres traitements correspondaient, cette année-là, sensiblement aux stades bouton rose et à la chute des pétales.

L'efficacité de ces traitements fut parfaite. Les arbres traités purent être maintenus

complètement indemnes malgré l'alternance d'arbres témoins non traités et, par suite, entièrement tavelés.

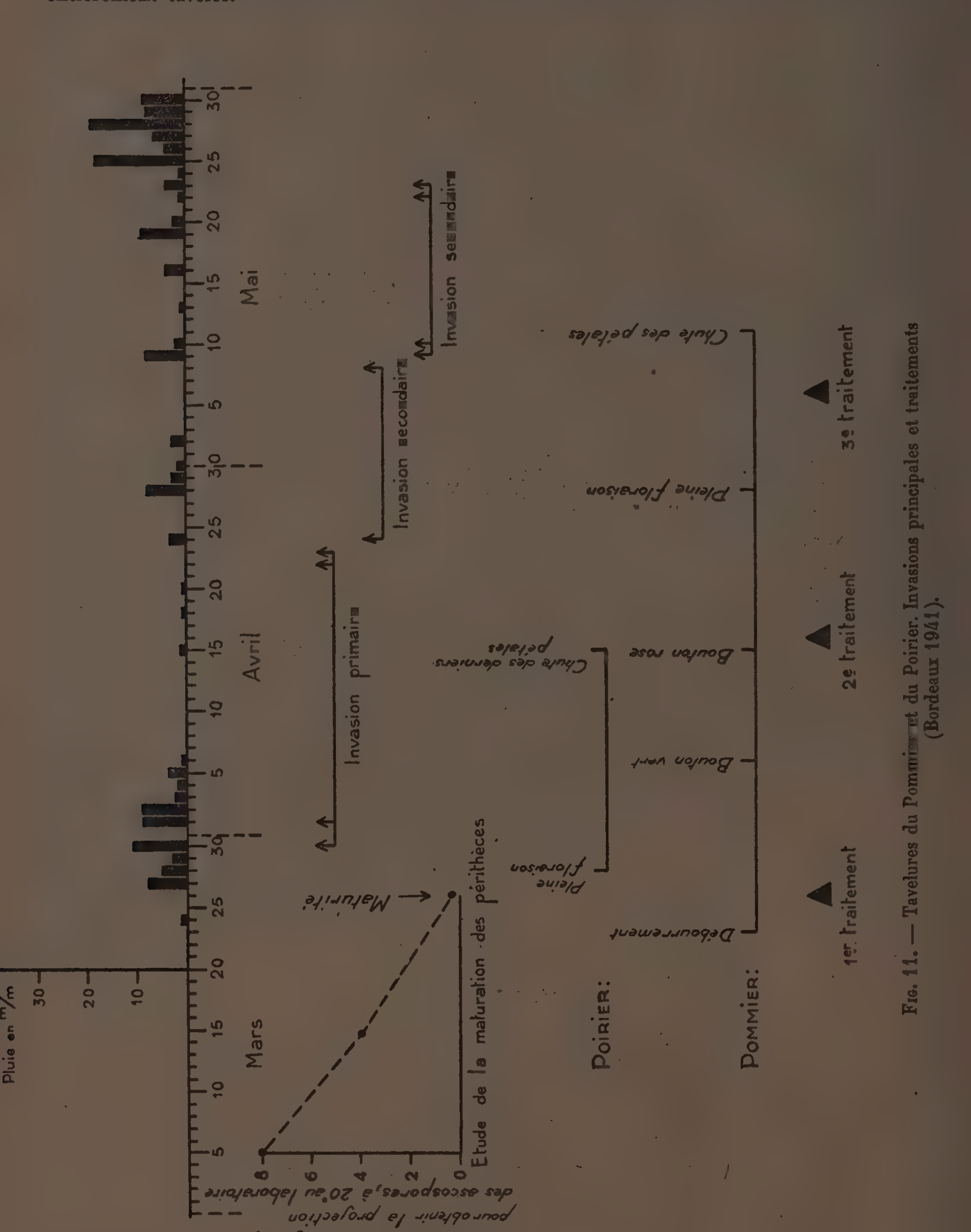


Fig. 11. — Tavelures du Pommier et du Poirier. Invasions principales et traitements (Bordeaux 1941).

V. Carpocapse du Pommier et du Poirier.

1° Biologie de l'insecte en rapport avec l'influence des facteurs du milieu.

Le Carpocapse des Pommes et des Poires (*aspeyresia pomonella*) est un microlépidoptère tortricide dont la larve, communément appelée «Ver des Pommes», occasionne d'importants dégâts à nos cultures fruitières.

L'insecte passe la mauvaise saison à l'état de chenille, protégé par un épais cocon feutré, sous n'importe quel abri, mais surtout sous l'écorce. La mortalité pendant l'hiver est assez forte et peut atteindre certaines années 80 p. 100.

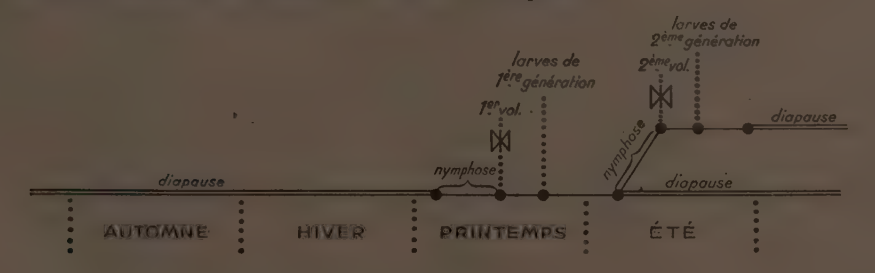
Au printemps, les chenilles se chrysalident. La durée de la nymphose est de 17 à 30 jours, suivant les conditions de température et d'humidité. Les premiers papillons qui apparaissent sont des mâles; il y a protérandrie. Les éclosions peuvent s'échelonner sur plusieurs semaines et présenter des fluctuations en relation avec les facteurs climatiques.

Les papillons volent au crépuscule lorsque la température à vingt heures est supérieure à 15°. La ponte débute de trois à six jours après l'éclosion et dure de dix à vingt jours. Elle s'effectue par soirées chaudes; elle est complètement arrêtée quand la température est inférieure à 12°.

Les femelles sont peu fécondes; elles pondent une vingtaine d'œufs en moyenne.

Au bout d'un temps variable avec les conditions climatiques (en conditions optima cinq à six jours) l'œuf éclot et donne naissance à une petite larve. Ces larves, de première génération, gagnent les fruits et y pénètrent. A l'intérieur du fruit, les chenilles atteignent leur complet développement au bout de trois semaines à un mois. Elles l'abandonnent alors et vont se loger dans un abri quelconque de l'arbre; celles qui sont tombées avec les pommes remontent le tronc pour se réfugier sous l'écorce.

Une partie des chenilles entre alors en diapause jusqu'au printemps suivant. Le reste, en proportion variable suivant le climat, se nymphose et donnera un deuxième vol de papillons. Les larves de deuxième génération causent de graves dégâts; lorsqu'elles ont fini leur croissance, elles entrent à leur tour en diapause.



2° Détermination des époques d'application des traitements.

Les traitements doivent être appliqués avant la pénétration de la larve dans le fruit.

Pour déterminer l'époque d'application, on s'est souvent basé sur les différents stades végétatifs des arbres. Trois traitements étaient généralement conseillés : le premier lorsque les trois quarts des pétales sont tombés, car à ce moment le calice est ouvert et

peut recevoir une provision d'arséniate, le deuxième quinze jours à trois semaines plus tard, le troisième cinq semaines après la floraison.

Cette méthode peut conduire à des échecs, car le cycle évolutif du Carpocapse présente des fluctuations d'une année à l'autre, fluctuations qui peuvent ne pas être identiques à celles des phases végétatives de l'arbre.

Une méthode reposant sur des bases scientifiques doit surtout tenir compte de la biologie du parasite. Son principe consiste à prévoir les époques où naissent les jeunes larves. On suit, d'une part, le cycle évolutif du Carpocapse dans une cage d'élevage, placée dans des conditions se rapprochant le plus possible des conditions naturelles; d'autre part, on contrôle le vol des papillons dans la nature.

Pour l'étude en cage d'élevage, il faut capturer des larves à chaque génération, soit par des bandes de carton ondulé enroulées autour du tronc, soit par le ramassage de fruits véreux. A partir du printemps, les cages sont visitées soigneusement tous les jours et les éclosions sont notées. Lorsque l'accouplement a eu lieu, les œufs sont attentivement recherchés. On les observe un peu partout dans la cage, surtout sur les vitres. Connaissant la durée d'incubation, on peut prévoir alors l'apparition des larves.

Malgré les précautions prises, le cycle évolutif peut être décalé de quelques jours en cage d'élevage. Il est donc nécessaire de suivre les vols de papillons dans la nature. Ce contrôle se fait à l'aide de pots pièges alimentaires. Malheureusement, on ne connaît pas de liquide attractif donnant des résultats excellents. Le sirop de malt, ordinairement préconisé, se montre insuffisant.

Les traitements seront conseillés en tenant compte des pontes et des maxima des vols.

Lorsque les vols sont condensés, un seul traitement suffit par génération; s'ils sont échelonnés, il faudra parfois les répéter.

Exemple : Bordeaux (1941). — Évolution du Carpocapse et dates d'application des traitements.

Le premier vol, commencé le 4 mai, s'est terminé le 27 juin (fig. 12); il a été séparé en deux parties par la période pluvieuse et fraîche du 3 au 13 juin. Les premières pontes ont été observées le 21 mai, au maximum du vol. Un traitement fut donc conseillé le 24 mai et prévint les larves qui apparurent à partir du 28 mai. Le vol ayant repris le 16 juin, avec nouveau maximum et nombreuses pontes le 20 juin, un deuxième traitement fut préconisé le 23 juin.

Le deuxième vol eut lieu du 30 juillet au 16 août avec maximum et nombreuses pontes le 10 août; le traitement fut indiqué le 12 août.

La méthode d'avertissements contre le Carpocapse donne d'excellents résultats. En 1938, à Clermont-Ferrand, les vergers ayant reçu les deux traitements préconisés eurent 99 p. 100 de fruits sains.

*
* *

VI. Eudémis et Cochylis de la Vigne.

L'Eudémis (*Polychrosis botrana* Schiff) et la Cochylis (*Clysia ambiguella* H. B.) sont deux microlépidoptères très voisins du groupe des Tortricides, qui possèdent des mœurs sensiblement identiques. Leurs chenilles, appelées « vers de la grappe », peuvent anéantir

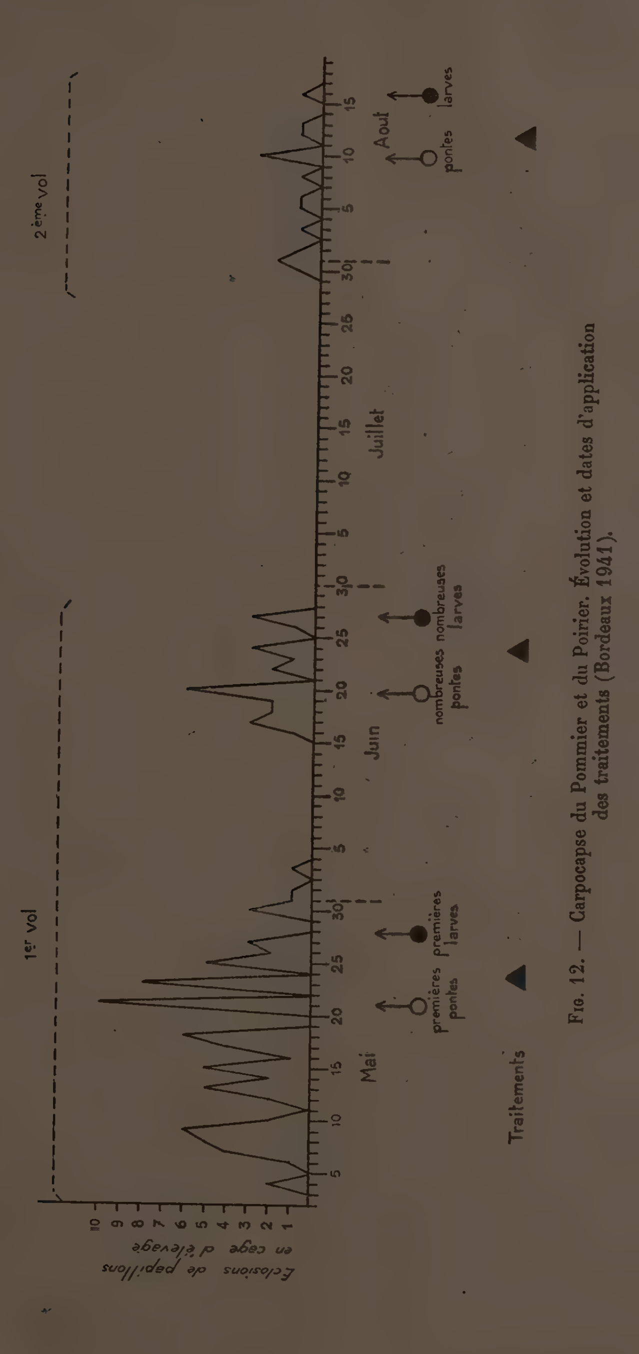


Fig. 12. — Carpocapse du Pommier et du Poirier. Évolution et dates d'application des traitements (Bordeaux 1941).

la récolte de certains vignobles. Mais la Cochylis, qui existait autrefois dans toutes les régions viticoles, régresse constamment devant l'Eudémis. Elle a totalement disparu depuis une trentaine d'années sur bien des points de notre territoire, tandis que les ravages de l'Eudémis sévissent dans presque tous les vignobles.

1° Biologie de ces insectes.

L'hibernation se fait à l'état de chrysalide dans un cocon feutré, principalement sous les écorces de Vigne. Dans le Bordelais, les premiers papillons apparaissent généralement au début du mois de mai, le maximum du vol a lieu le plus souvent vers la mi-mai et la fin du vol vers la mi-juin. Les papillons volent normalement au crépuscule. La ponte a lieu sur les boutons floraux; les chenilles éclosent après une durée d'incubation d'une dizaine de jours; elles se confectionnent un fourreau soyeux dans la grappe et s'attaquent aux boutons floraux dont elles détruisent un grand nombre. Arrivées à complet développement, elles se chrysalident principalement dans les grappes et, en juillet, elles donnent naissance à de nouveaux papillons. Les chenilles de deuxième génération s'attaquent aux grains déjà formés, se logent à l'intérieur, favorisant ainsi le développement de la pourriture. Pour l'Eudémis, un troisième vol a lieu en août; les attaques des chenilles correspondantes sont les plus dangereuses. Les chenilles de troisième génération d'Eudémis et de deuxième génération de Cochylis se nymphosent et donnent les chrysalides hibernantes.

2° Détermination des époques d'application des traitements.

Les traitements de base consistent à détruire les chenilles par des insecticides d'ingestion (arséniates) ou par des insecticides de contact (Nicotine, Roténone). La chenille ne pouvant être atteinte lorsqu'elle est protégée par son fourreau soyeux, ou lorsqu'elle a pénétré dans le grain, le moment le plus favorable d'application des traitements est celui de l'éclosion des jeunes chenilles.

Les Stations d'avertissements doivent déterminer ces époques d'éclosions et leur importance pour chaque région. La méthode utilisée consiste à repérer exactement l'époque et l'intensité des vols par des captures journalières de papillons en pots pièges. Ceux-ci sont appâtés par un liquide attractif constitué de préférence par de l'eau mélassée (un tiers d'eau, un tiers de mélasse, un tiers de lie de vin), ou, à défaut, par de la lie de cidre ou de vin. Il est, en outre, utile de noter l'apparition des premières femelles et d'observer les premières pontes.

Les traitements sont préconisés en tenant compte de l'intensité et du maximum des vols, des premières pontes et du maximum de pontes, de l'échelonnement du vol.

Pour des vols d'intensité moyenne et peu échelonnés, un seul traitement suffit généralement par génération.

*
* *

VII. Conclusions.

L'intérêt que présentent les Stations d'avertissements agricoles, dans l'économie agricole, est indiscutable. Les agriculteurs qui ont suivi les conseils de ces Stations connaissent bien tout le profit qu'ils peuvent en tirer.

Les méthodes actuelles laissent, cependant, encore une trop large place à l'empirisme et à l'expérience personnelle de l'avertisseur. De nombreux points demandent à être éclaircis.

Il serait souhaitable d'entreprendre :

1° La recherche de toutes les formes de transmission ou de propagation de chaque maladie envisagée;

2° Une étude scientifique et méthodique de l'action du milieu sur la biologie des parasites, de manière à exprimer les résultats par des lois et à les représenter par des courbes;

3° Une étude de la réceptivité des hôtes et la détermination exacte des stades critiques;

4° Des études phénologiques : établir des relations entre le développement des maladies et l'évolution d'autres parasites ou de végétaux supérieurs. Nous citerons comme exemple une remarque faite, à Bordeaux, par plusieurs observateurs, suivant laquelle la première attaque de *Gnomonia veneta* sur Platane précéderait de quelques jours la première attaque de *Plasmopara viticola*. Le premier champignon réagirait un peu plus vite que le second aux facteurs climatiques et permettrait ainsi de prévoir la première invasion du Mildiou de la Vigne.

Ces études devraient être entreprises pour tous les parasites qui causent des dégâts importants et contre lesquels la lutte préventive est nécessaire.

Nous placerons en premier lieu le Coryneum et la Cloque du Pêcher, qui causent de très graves dégâts dans certaines régions, parce que les traitements, appliqués sans règles précises, sont souvent inefficaces.

Nous sommes persuadés que le problème de la création de variétés résistantes aux maladies permettra de résoudre la lutte contre certains parasites; mais c'est un travail de longue haleine dont les résultats ne se feront sentir qu'au bout de nombreuses années.

Les traitements chimiques constituent donc la seule solution présente, dans beaucoup de cas. Grâce à des méthodes d'avertissements reposant sur des bases scientifiques, on pourra, avec le minimum de main-d'œuvre et de produits antiparasitaires, préserver efficacement nos récoltes et apporter ainsi un concours efficace à la Production agricole.

BIBLIOGRAPHIE.

1. Arnaud (G. et M.). — *Traité de Pathologie végétale*, 1931.

2. Balachowsky (A.) et Mesnil (L.). — Les insectes nuisibles aux plantes cultivées (Paris, 1935).

3. Balachowsky (A.) et Viennot-Bourgin (G.). — Cinq années de recherches sur le Carpocapse (*Laspeyresia pomonella* (L.) en France. (*Ann. des Epiphyties et de Phytogénétique*, t. V, p. 123-168, 1939.)

4. Beaumont (A.). — On the relation between the stage of development of the potato crop and the incidence of blight (*Phytophthora infestans*). (*The annals of applied biology*, vol. XXI, p. 23-47, 1934.)

5. Beaumont (A.). — Potato blight and the weather (*Thirteenth annual report. Seale-Hayne agricultural college, Dep. of plant Pathology*, Pamphlet 47, sept. 1936.)

6. Branas (J.) et Bernon (G.). — Époque des traitements du Mildiou de la vigne. (*Annales de l'École Nationale d'Agriculture de Montpellier*, t. XXIII, fasc. II, p. 67, 1934.)

7. Cadoret (A.). — Contribution à l'étude des traitements contre le Mildiou. Détermination des époques d'attaque du champignon. (*Le Progrès agricole et viticole*, p. 362, 1927.)

8. Capus (J.). — Rapport sur les avertissements contre les parasites de la vigne, 1918. (Ministère de l'Agriculture, Direction générale des Eaux et Forêts, Service de la Météorologie agricole. Extrait des *Annales*, fasc. XXXVIII, 1919).

9. Capus (J.). — Y a-t-il des périodes critiques pour la contamination du Mildiou? (*Revue de viticulture*, p. 330, 1919.)

10. Capus (J.). — Influence des facteurs atmosphériques sur le développement du Mildiou. Le cinquantenaire de la bouillie bordelaise. (Supplément à la *Revue de pathologie végétale et d'entomologie agricole de France*, vol. XXII, 1935.)

11. Capus (J.). — La réceptivité de la vigne à l'égard du Mildiou. (*C. R. Ac. d'Agr.*, 29 avril 1942.)

12. Capus (J.) et Bourdel. — Pluies et Mildiou. (*C. R. Ac. d'Agr.*, p. 328, 1931.)

13. Chaptal (L.). — Les avertissements agricoles et la phytopathologie. (Congrès de pathologie végétale, tenu à Strasbourg, 1923.)

14. Ducomet (V.). — Rapport sur l'établissement d'un service d'avertissements agricoles contre le Mildiou de la pomme de terre (inédit).

15. Feytaud (J.). — Les avertissements agricoles dans la lutte contre l'Eudémis et la Cochylis. (*Rev. Zool. agric.* 37, p. 33-40, 4 fig., Bordeaux, 1938.)

16. Feytaud (Dr J.).—Notes sur le ver des Pommes et des Poires dans le Sud-Ouest. (*Annales des Epiphyties et de Phytogénétique*, tome V, p. 213-218, 1939.)

17. Holz (W.). — Eine Methode zur Prognose des Askosporenfluges von Fusicladium dendriticum (Vallr) FCKL. (*Nachrichtenblatt für der Deutschen Pflanzenschutzdienst*, 19, jahr. N° 2, fév. 1939.)

8. Holz (W.). — Bie Bedeutung der Beobachtung des Askosporenfluges von Fusicladium dendriticum für die Terminwahl bei den Vorblütenspritzungen. (*Nachrichtenblatt für der Deutschen Pflanzenschutzdienst*, 19 jahr. N° 4, avril 1939.)

19. Holz (W.). — Der Einfluss der Mag-Temperaturen auf die Geschwindigkeit des Reifungsvorganges von *Venturia inaequalis* Perithezien. (*Angew. Bot.*, XXI, 2, p. 209-214, 1939.)

20. Joessel (P.-H.). — Le Carpocapse dans la région d'Avignon de 1933 à 1937. (*Ann. des Epiphyties et de Phytogénétique*, t. V, p. 219-248, 1939).

21. Kay (Mac R.). — Conidia from infected bud scales and adjacent wood as a main source of primary infection with the Apple scab fungus *Venturia inaequalis* (Cooke) Wint. (*Sc. Proc. R. Dublin Soc.*, N. S. XXI, 54-59; p. 623-640, 1938.)

22. Limasset (P.). — Recherches sur le *Phytophthora infestans* (Mont) de Bary. (*Annales des Epiphyties et de Phytogénétique*, t. V, p. 21-39, 1939.)

23. Limasset (P.) et Godard (M.). — Nouvelles recherches sur le *Phytophthora infestans* (Mont) de Bary. (*Annales des Epiphyties et de Phytogénétique*, t. VI, p. 145-156, 1940.)

24. Moreau (L.) et Vinet (E.). — Le Mildiou. Évolution et traitements en 1927. Conclusions pratiques. (*Revue de viticulture*, LXVIII, p. 255, 1928.)

25. Moreau (L.) et Vinet (E.). — De la valeur des «traitements d'assurance» dans la lutte contre les ennemis de la grappe. (*C. R. ac. d'Agr.*, p. 1106, 1930.)

26. Moreau (L.) et Vinet (E.). — Évolution de la Cochylis et de l'Eudémis dans un vignoble de l'Ouest de 1911 à 1932. Peut-on prévoir l'importance des invasions? (*Ann. des Epiphyties et de Phytogénétique*, t. 18, p. 250-258, 1932.)

27. Moreau (L.) et Vinet (E.). — Le Carpocapse dans la vallée de la Loire. (*Annales des Epiphyties et de Phytogénétique*, t. V, p. 177-181, 1939).

28. Moore (M.-H.). — Apple scab control : the problem and some research finding as regards its solution. (*Annual report 1938, East Malling Research Station*, p. 265-270, 1939.)

29. Muller (K.) et Sleumer (H.). — Biologische Untersuchungen über die Peronosporakrankheit des Weinstockes mit besonderer Berücksichtigunihrer Bekämptung nach der Inkubationskalendermethode. (*Landw. Jahrb.*, LXXIX, 4, p. 509-576, 10 fig., 2 gr., 1 map., 1934.)

30. Paillot (A.). — Le Carpocapse dans la région lyonnaise et les régions limitrophes. (*Annales des Epiphyties et de Phytogénétique*, t. V, p. 199-211, 1939.)

31. Paillot (A.). — La lutte contre la Cochylis et l'Eudémis de la vigne. (*Annales des Epiphyties et de Phytogénétique*, t. VIII, fasc. 2, p. 121-176, 1942.)

32. Ravaz (L.). — *Traité général de viticulture*, IIIe partie, t. III, le Mildiou (Montpellier, 1914).

33. Ravaz (L.). — Rapport sur les travaux effectués à la Station d'avertissements agricoles de Montpellier pendant l'année 1919. (Ministère de l'Agriculture, Direction générale des Eaux et Forêts, Service des avertissements agricoles, 1921.)

34. Ravaz (L.) et Geze. — Rapport sur le fonctionnement de la Station d'avertissements agricoles en 1918 (Ministère de l'Agriculture, Direction générale des Eaux et Forêts, Service de la Météorologie agricole, *Annales du Ministère de l'Agriculture*, fasc. 49, p. 441-475, 1919.)

35. Régnier (R.). — Le Carpocapse en Normandie. (*Annales des Epiphyties et de Phytogénétique*, t. V, p. 109-122, 1939.)

36. Schad (C.). — La lutte contre le Mildiou et les avertissements agricoles. (*Rapport au Congrès de la défense sanitaire des végétaux*, t. II, p. 133, Paris, 1934.)

37. Schad (C.). — Les Stations d'avertissements agricoles et la lutte contre le Mildiou de la vigne. (*Ann. des Epiphyties et de Phytogénétique*, t. II, fasc. 3, p. 285-331, 1936.)

38. Selaries. — Le Carpocapse en Alsace. (*Annales des Epiphyties et de Phytogénétique*, t. V, p. 173-175, 1939.)

39. Soulié (H.). — La lutte contre le ver des pommes dans le Puy-de-Dôme. (*Ann. des Epiphyties et de Phytogénétique*, t. II, fasc. 2, p. 159-189, 1936.)

40. Soulié (H.). — Le Carpocapse dans la région du Centre de 1936 à 1938. (*Annales des Epiphyties et de Phytogénétique*, t. V, p. 183-197, 1939.)

NOTES DE PATHOLOGIE VÉGÉTALE

par M. Kuhnholtz-Lordat,

Laboratoire de Botanique de l'École Nationale d'Agriculture de Montpellier.

---

8. Cas de fasciations tangentielles.

1° Il s'agit d'une plante à rosette (*Leontodon* sp.) dont la souche a émis latéralement une tige fleurie entièrement fasciée.

A première vue il paraît difficile d'admettre pour elle l'explication que nous avons donnée pour les tiges de Sophora[1] : la résistance des tissus de la souche, peu lignifiée, ne saurait être invoquée. Mais avant de déterrer la plante nous avons constaté que le haut de la souche était coincé entre des galets très tassés[2].

Les tissus générateurs ont été ainsi comprimés contre les tissus périphériques de la souche encerclée. L'aplatissement tangentiel est resté parfaitement visible sur l'exemplaire conservé depuis en herbier. Sa cause relève, en définitive, du même principe que celui que nous avons décrit pour le Sophora.

2° Ces faits sont à rapprocher de ceux que Géneau de Lamarlière[3] a observé sur le *Barkhausia taraxacifolia* DC. Il a obtenu *expérimentalement* des rameaux fasciés en sectionnant les premières tiges formées, au-dessus de la troisième feuille, puis les rameaux développés à l'aisselle de ces feuilles. Des tiges fasciées apparurent « dans l'espace axillaire compris entre la base des rameaux mutilés et leur feuille axillante ». Dans l'explication qu'il en donne, l'auteur attribue la déformation à une compression : « On peut supposer, dans le cas présent, que les bourgeons anormaux développés dans un espace axillaire étroit, comprimés entre la feuille axillante et le rameau, ont pris en quelque sorte la forme de la région qui leur a donné naissance et que cette forme aplatie s'est conservée ensuite dans les rameaux et les inflorescences. » Malheureusement l'observation est incomplète, car on ignore si l'aplatissement était tangentiel (ce qui paraît très probable).

3° Un mûrier (*Morus nigra* L.) fortement atteint par *Bacterium Mori* G. Boyer présente un rameau fascié, atteignant 2 centim. 5 de large à l'endroit le plus large de la fasciation. Le rameau est né à la base d'un moignon nécrosé par la bactérie. Sa disposition tangentielle sur le rameau dont il est issu est remarquablement conservée après une élongation totale de 0 m. 65 au 22 juillet 1941.

(1) Annales de l'École Nat. d'Agr. de Montpellier, t. XXV, p. 257, 1939.
(2) Rive gauche de la Celse-Nière, Pelvoux, Hautes-Alpes, 11.8.1939.
(3) Comptes rendus 1899, vol. 128 (1er sem.), p. 1601-1603.

Rappelons que J. Branas a appliqué cette « théorie mécanique » à la « fasciation basale des gourmands », fréquente sur les vignes court-nouées. (*Progrès agricole et viticole*, 1939, p. 99.)

9. Sphéropsidées sur Lierre (*Hedera Helix L.*).

Les feuilles de Lierre sont très souvent tachées. Nous avons examiné un très grand nombre de ces taches : elles présentent des caractères macroscopiques ou visibles à la loupe, permettant de les classer d'après le parasite qui les provoque. Mais une telle détermination n'est possible que lorsque les caractères sont nettement marqués : les diagnoses ci-dessous ne prétendent pas à autre chose. Dans le doute il faudra toujours recourir à l'examen microscopique, très facile dans le cas qui nous occupe. Toutes ces taches ne présentent leurs caractères spécifiques de façon nette que lorsqu'elles sont assez jeunes. Elles peuvent devenir très grandes (la moitié du limbe et plus) : nous en avons observées de 5 × 3 centimètres carrés. Dans cet état les caractères s'effacent généralement, les saprophytes interviennent.

Nous ne nous sommes trouvés que très rarement en présence de taches complexes hébergeant des pycnides différentes, mais un même limbe peut porter des taches diverses.

Nos examens portent sur des récoltes effectuées exclusivement dans la région montpelliéraine.

Les Sphéropsidées récoltées sur feuilles de Lierre dans cette région sont les suivantes :

Ascochyta diplodina Berl. et Bresad (F. Magne, G. Kuhnholtz-Lordat, 1941);
Phyllosticta concentrica Sacc. (F. Magne, G. Kuhnholtz-Lordat, 1941);
Phyllosticta hederae Sacc. et Roum. (Celotti, 1887)[1];
Phyllosticta hedericola Dur. et Mont. (F. Magne, G. Kuhnholtz-Lordat, 1941).

Nous n'avons jamais rencontré le *P. hederae* signalé par Celotti en 1887 et n'avons pas trace de ses récoltes dans l'herbier de notre laboratoire, bien qu'elles aient été faites à l'École nationale d'Agriculture de Montpellier. Quant au *Phyllosticta hederacea* (Arc.) Rabh, son authenticité est apparue comme douteuse à Rabenhorst[2] lui-même; nous croyons y voir une forme de jeunesse du *P. hedericola*.

Phyllosticta concentrica Sacc. — Les taches jeunes sont brun foncé et *striées concentriquement*. En vieillissant elles peuvent devenir grisâtres. Les pycnides sont petites et forment une très fine moucheture de suie sur les parties grises; mais elle apparaissent de bonne heure sur les parties brunes où elles sont difficilement perceptibles à l'œil nu. Les conidies sont très *largement ovales*, parfois subglobuleuses (10 × 8-9 μ).

Phyllosticta hedericola Dur. et Mont. — Les taches deviennent rapidement claires : ocres, gris blanchâtre ou même blanches, parfois un peu striées concentriquement à la périphérie. Elles sont serties d'une bande brun-jaune, assez claire, donnant un *aspect roussâtre à tout le pourtour*. Cette bande ne s'arrête pas brusquement au contact des tissus extérieurs à la tache. Elle *s'étale en tache d'huile;* de sorte qu'elle est elle-même entourée d'une zone de déchlorophyllisation. Les pycnides, espacées, sont visibles à l'œil nu sous forme de picots noirs. Les conidies sont *allongées*, de formes irrégulières (5-8 × 2-2,5 μ).

[1] Celotti : Miceti d. parco e dintorni della Sc. naz. di Agric. di Montpellier, Congliano, 1887.
[2] Rabenhorst, Kryptog., Flora vol. 6, 1901

Ascochyta diplodina Berl. et Bresad. — Les taches deviennent rapidement claires et évoluent sous ce rapport comme celles du *P. hedericola,* devenant ocres, gris blanchâtre ou même blanches. Mais elles sont serties d'un étroit *bourrelet brun prenant brusquement contact avec les tissus verts,* non décolorés. Les pycnides, espacées, sont visibles à l'œil nu (sous forme de picots noirs), impossibles à distinguer, même à la loupe, de celles de *P. hedericola.*

Les conidies sont des *bâtonnets uniseptés* ($11 \times 2\,\mu$).

10. Recrudescence des pourridiés pendant l'automne 1941.

I. Armillariella mellea (Vahl.) Pat. émet ses carpophores avec un mois d'avance : mi-octobre au lieu de mi-novembre (généralement à partir du 20 novembre aux environs de Montpellier). L'observation est faite dans le foyer permanent de Mandon (École d'Agriculture de Montpellier) où toutes sortes d'essences sont contaminées (voir *Rev. de pathol. et entomol. agric.,* 1933, 3, mars).

Cas du lilas. — Nous constatons au 15 avril 1942 que des drageons de *Melia Azedarach* L. sont morts et que la progression centrifuge se poursuit, atteignant une touffe de lilas.

Dans cette touffe, des rameaux fleurissent normalement, mais d'autres, pourvus çà et là de petites feuilles arrêtées dans leur croissance ont des inflorescences réduites à des dimensions atteignant environ le quart de celles des rameaux sains; les fleurs sont réduites de moitié mais normalement constituées.

Dans un rameau sain non florifère l'endoderme est bourré d'amidon.

Dans un rameau sain florifère, le bois de l'année (à inflorescence terminale) présente un endoderme non amylifère, alors que le bois de l'année précédente est encore amylifère.

Dans un rameau dépérissant, *fleuri ou non,* la gaine endodermique est vidée de son amidon.

La floraison des rameaux malades s'est ainsi faite aux dépens des réserves amylacées (indépendamment des autres substances que nous n'avons pas suivies). C'est leur dernière floraison.

II. Rosellinia Necatrix (Hart.) Berl. sur Figuier. — Sur plusieurs points du département de l'Hérault (Lunel, Montpellier, Valras, etc.), les figuiers perdent leurs feuilles en grande partie ou en totalité dès le début d'octobre. Les figues se dessèchent sur les branches ou tombent. La souche est envahie sous terre par le mycelium caractéristique du *R. necatrix.* L'été particulièrement pluvieux et l'automne doux et humide ont accéléré l'évolution circulaire du parasite au pied des arbres : c'est une fin apoplectique typique de figuiers atteints depuis longtemps du mal ignoré.

Il est cependant certain que les symptômes ne manquaient pas; particulièrement la *mort en cime* qui se traduit généralement par une intervention chirurgicale du bas des branches mortes, opération tout à fait inutile.

III. On n'insistera jamais assez dans les diverses initiations pathologiques que l'on peut être appelé à faire (élèves, agriculteurs) sur ce caractère fondamental de la *mort en cime.* Ses causes peuvent être multiples : physiologiques (climato-édaphiques) ou parasitaires. Dès qu'un arbre montre des sommets de branche desséchés, il convient de suivre très attentivement tous les organes situés au-dessous de la partie morte. L'ablation doit porter au-dessous du chancre (*Coryneum* de vieille date), de la tumeur (*Bacillus savastan*-

sur olivier). Mais si la cause se trouve au bas de l'arbre, dans le sol (pourridiés) il faut explorer l'écorce au greffoir et repérer les parties nécrosées. Prises au début ces parties peu développées sont récurées et désinfectées. Si la nécrose intéresse une grande surface du tronc non pas en hauteur (chancre noir du Platane) mais circulairement, l'arbre doit être considéré comme condamné. Il devient un foyer dangereux. Deux cas peuvent alors se présenter : il promet encore quelques récoltes et le propriétaire n'a pas le courage de renoncer à ses fruits encore possibles ; il faut circonscrire le foyer par un fossé dont la terre sera rejetée en dedans de la partie circonscrite. Si l'arbre au contraire ne promet plus rien, il faut l'arracher et ne pas se contenter de cette opération qui laisse toujours en place des organes souterrains contaminés ; il faut encore circonscrire le foyer par un fossé comme dans le premier cas. L'arrachage pur et simple est toujours à condamner dans les maladies à évolution souterraine.

IV. *L'irrigation, les ruissellements* jouent un rôle capital dans la propagation de ces maladies. On ne saurait trop recommander d'arrêter ou de dévier les eaux qui ont baigné un arbre présentant les symptômes de « mort en cime ».

Nous avons observé bien souvent et relaté à plusieurs reprises ce mode de propagation. Nous croyons que la maladie de l'Encre s'est propagée et continue à se propager à la faveur de ces contaminations ignorées.

Les châtaigneraies irriguées se sont très vraisemblablement contaminées comme l'ont été les cultures florales en terrasses de la région d'Ollioules (Var).

Mais il peut y avoir d'autres causes d'extension. Il nous paraît souhaitable d'orienter la lutte contre les maladies à évolution souterraine, toujours très graves, vers l'étude trop délaissée de l'évolution des foyers : recherche des foyers primaires et causes de l'infection initiale, recherche des foyers dérivés et mécanisme de la propagation.

Cela, bien entendu, sans préjudice des autres armes dont on peut disposer ou que l'on recherche plus habituellement (résistivité, anticryptogamiques, etc.).

11. Les Phyllostictoses du Néflier (*Mespilus germanica L.*).

Plusieurs espèces de *Phyllosticta* ont été décrites sur cet hôte en Italie boréale (voir tableau).

Stylospores.	gris olivâtre			taches ocracées, très irrégulières, largement confluentes à la fin, surtout sur les bords et tombant par fragments ceinturées d'un très mince liseré plus foncé, en relief.	*mespili* Sacc. (Syll. vol. 3, p. 5.)
	hyalines	allongées 6 — 7 µ long.	4 µ larg.	tache ocracée.	*mespili* Sacc. var. *macrospora* Ferr. (Syll. vol. 18, p. 229.)
			2,5 — 3 µ larg.	tache orbiculaires, de 3 à 10 mill. de diamètre, plus ou moins marquées de zônes concentriques dont l'extérieure est d'un gris cendré, large, sans liseré périphérique.	*mespilina* Montemartini. (herb. Briosi et Cavara n° 298.)
		bacillaires 2,5 × 3,5 µ		tache ferrugineuse	*mespilicola* Rota-Rossi. (Syll. vol. 22, p. 836.)

Celle qui attaque le néflier dans le Languedoc méditerranéen est le *Ph. mespili* Sacc.

Au 13 juillet 1941, les feuilles saines sont rares sur un pied cultivé au Jardin d'essais de la Société d'horticulture de l'Hérault, près Montpellier. Des rameaux sont entièrement jaunis et flétris. Les fruits sont indemnes, déjà bien développés, de sorte que cette diminution considérable de la surface chlorophyllienne, ne paraît pas devoir influer sur leur développement ultérieur.

12. Sur une production externe de Peronospora parasitica (Pers.) Tul. sur Mathiola Incana R. Br.

Au cours de la deuxième quinzaine du mois de mai 1941, les efflorescences du parasite apparaissent, abondantes, dans une plate-bande de *violiers* établie au pied de la façade *sud* du laboratoire de botanique de l'École d'Agriculture de Montpellier.

Des coupes transversales dans les taches infestées ont révélé des productions externes, n'ayant aucun rapport avec l'appareil conidien. Ce sont des éléments mycéliens qui sortent par les stomates, se dressent perpendiculairement à la surface du limbe, se contournent sur eux-mêmes, se ramifient, et ont une aptitude particulière à l'enroulement des extrémités (fig. 1). Au contact des poils, ils s'enroulent ou se développent



Fig. 1. — Mycelium ectophytique à la face dorsale.

le long de leur membrane (fig. 2 et 3). Certains poils sont enrobés dans un feutrage provenant de plusieurs productions mycéliennes voisines.



Fig. 2. — Enroulement autour d'un poil (face ventrale).

De forts pelotons mycéliens internes envahissent au préalable la chambre sous-stomatique (fig. 4). Comme les stomates se forment sur les deux faces, les productions peuvent être épiphylles ou hypophylles.

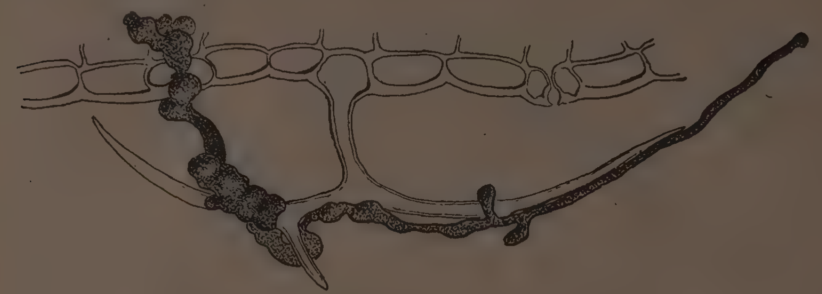


Fig. 3. — Développement sur un poil (face dorsale).



Fig. 4. — Envahissement d'une chambre sous stomatique (face ventrale).

Quelle est la signification de ces productions ? L'exposition sud n'est pas à négliger : le mois de mai a été très humide, les vents du Sud (marinade) sont (on le sait, hélas ! pour le mildiou de la vigne) très favorables à l'émission des productions externes. Les poils ramifiés du Violer ont maintenu une atmosphère extrêmement humide sur



Fig. 5. — Sucoirs de *Peronospora Schachtii* sur *Beta vulgaris* (d'après Smgalowsky, 1937, *Ann. Épiphy.* p. 551-618).

les deux faces du limbe (on était obligé d'essuyer les feuilles avant d'exécuter les coupes).

Il ne paraît pas incorrect d'admettre qu'il s'agit, chez *Peronospora parasitica* sur Violier d'une production ectophytique de mycelium exploitant, dans les conditions atmosphériques précitées, une aptitude naturelle du mycelium des Péronosporées à se ramifier et se contourner en masses coralloïdes (fig. 5 et 6).



Fig. 6. — Germination en mycelium coralloïde d'un sporange de *Phytophtora* sp. sur Rhododendron, à l'intérieur de la gélose. (BARTHELET, *R. Path.* et *Entom. Agric.* XXI, pl. vx. fig. *a*).

13. Contribution à l'étude des Erysiphacées : le genre Sphaerotheca par MM. KUHNOLTZ-LORDAT et J.-M. GASTAUD.

Les ouvrages classiques donnent comme caractères distinctifs essentiels du genre *Sphaerotheca* la présence d'un seul asque à l'intérieur du périthèce avec des fulcres simples. La structure du périthèce pourtant si caractéristique est représentée de façon erronée dans nos ouvrages français qui les montrent ornés d'un réseau à mailles serrées délimitant un nombre considérable de petits compartiments. Pourtant la monographie consacrée par E. SALMON (Zeitsc. für PflanzenKr. 1901, p. 73-81, fig. 1 et 3) fait état de compartiments bien plus grands sertis d'une ligne épaisse, mais régulièrement polygonaux.

La réalité est différente :

1° Les compartiments sont grands; parfois une dizaine suffit à occuper tout un hémisphère du périthèce (fig. 5);

2° Leurs contours ne sont jamais rectilignes, mais largement sinueux (*contra* fig. 1 et 2);



Fig. 1. — SORAUER. Fig. 2. — FERRARIS.

3° L'épaississement du réseau est précoce. Il en résulte que lorsque le périthèce s'accroît, les compartiments se bombent vers l'extérieur, le réseau épaissi restant au fond d'une gorge.

La structure des périthèces est difficile à observer parce qu'ils noircissent et deviennent opaques. Une technique d'éclaircissage, actuellement à l'étude, a permis des observations impossibles à faire dans les liquides habituellement employés (fig. 3, 4, 5).

Sur un procédé d'éclaircissage pour l'étude des érysiphées.

par J.-M. Gastaud.

Nos recherches sur le *Sphaerotheca humuli* (DC) Burr. nous ont conduit à utiliser les différents éclaircissants employés en pathologie végétale.

Nous avons d'abord, employé la méthode classique à l'acide lactique à chaud. Celle-ci nous avait donné des résultats médiocres, car l'acide ne pouvait éliminer la coloration foncée du *Sphaerotheca* qui nous entravait dès le début.

Par la suite, nous avons essayé d'appliquer une technique basée sur l'emploi d'acide chlorhydrique à 22-23° B^{6} dilué de moitié. Cette manière d'opérer nous donna quelques résultats appréciables, mais elle présentait les inconvénients suivants :

1° Elle était longue; il nous fallait un temps d'immersion compris entre 30 et 45 minutes;

2° Nous avons pu constater par la suite, qu'elle provoquait une déformation des ornements du périthèce et pouvait conduire à de graves erreurs d'observation. Ces erreurs furent constatées notamment sur *Senecio cordatus* Koch. par traitement d'une demi-heure à H Cl au 1/2, l'examen nous faisait conclure à une double contraction des alvéoles et à des séparations alvéolaires en relief; ce phénomène nous avait beaucoup surpris, car il ne cadrait pas avec nos observations antérieures.

Sur les conseils de M. le professeur Kuhnholtz-Lordat, nous avons dirigé notre travail sur un mélange qui puisse remplir les trois conditions suivantes :

1° Ne pas modifier la morphologie du périthèce;

2° Éliminer la couleur brun foncé;

3° Être assez rapide pour faire plusieurs observations sans grandes pertes de temps.

Le matériel que nous avions à notre disposition était des échantillons d'herbiers dont les plus récents remontaient à 1939. Cependant, après de nombreux essais, nous sommes parvenus à mettre au point un produit réalisant ces conditions.

Sa caractéristique essentielle réside dans l'association d'un acide minéral et d'un acide organique, l'un étant l'antagoniste de l'autre.

L'éclaircissant consiste en un mélange à parties égales d'acide chlorhydrique pur, de densité 1,19 et d'acide lactique de densité 1,24. Ce produit est faiblement tamponné et le pH est très bas (0,2 à 0,5); donc, les deux produits sont difficilement déplaçables (constante de dissociation de $C^{3}H^{6}O^{3}$: 1,38. 10^{-4}).

Le produit, d'après nos expériences, agit de la manière suivante : pour l'acide chlorhydrique pur, il y aurait à l'égard du champignon un effet de déshydratation, accompagné d'une destruction de la matière colorante qui empêchait auparavant de faire des observations à l'aide des techniques classiques. En ce qui concerne l'acide lactique, il y aurait (comme de coutume) action de gonflement, mais il agirait aussi comme modérateur sur la force de HCl.

Nous avons constaté que l'acide chlorhydrique pur détruit complètement ce champignon; la dilution, comme nous le disions au début, provoque des contractions. L'acide lactique seul fait gonfler les tissus, mais n'élimine pas la coloration foncée.

Du point de vue chimique, le mélange est sensiblement exothermique au début; durant 15 minutes, il atteint une température de 27° C.; mais ensuite il reprend la température ambiante. J'ai recherché alors les produits qui auraient pu se former à froid dans le mélange. Pour l'acide chlorhydrique, j'ai employé le No^{3} Ag : la réaction

a été positive (précipitation de chlorure d'argent). Pour l'acide lactique, j'ai utilisé l'acétate de plomb et l'ammoniaque pure en milieu alcoolique : comme la précédente, cette réaction fut positive. Il était donc permis de conclure à l'absence de réactions entre les deux produits à froid puisqu'au cours des analyses on trouvait les composants intacts.

Ce qui serait à craindre au cours d'une conservation prolongée du produit, serait un sensible charbonnage ou une légère coloration; mais ce phénomène n'influence en rien la valeur du produit en tant qu'éclaircissant.

Les temps d'immersion des échantillons sont compris entre 7 et 12 minutes pour le *Sphaerotheca humuli* et la réaction se fait à froid.

Les préparations montées dans la liqueur après lutage se conservent intactes plusieurs mois (dernières observations au bout de trois mois).

* * *

Les échantillons étudiés sont les suivants :

Arnica montana L.
Alchemilla vulgaris L.
Melampyrum sylvaticum L.
Plantago lanceolata L.
Sanguisorba officinalis L.
Senecio cordatus Koch.
Senecio fuchsii Gmelin.
Veronica spicata L.
Xanthium orientale L.
Xanthium strumarium L.
Saxifraga rotundifolia L.
Taraxacum officinale Weber.

Les ouvrages classiques donnaient seulement comme caractères distinctifs du genre *Sphaerotheca*, la présence d'un seul asque. Les ornements du périthèce étaient représentés d'une manière erronée; il n'y avait aucune séparation alvéolaire, ou bien elle était représentée par un seul trait. De plus, il n'était pas permis, lors des observations, de s'apercevoir de la forme exacte des alvéoles; ceux-ci semblaient aplatis à leur sommet; nous verrons par la suite, qu'ils sont au contraire bombés.

Sorauer (1908 II p. 194) représente les alvéoles du *Sphaerotheca humuli* tous unis les uns aux autres et ne donne aucune indication quant à leur séparation. Il y a cependant esquisse des festons sur le pourtour du périthèce, ce qui peut faire admettre la présence d'un sillon entre les différents ornements. L'auteur ne nous indique pas non plus la forme des alvéoles (fig. 1).

Salmon dans sa «Monography of the Erysiphaceae (1900)» décrit le *Sphaerotheca* d'une manière très complète puisqu'il nous indique les dimensions des cellules qui sont, d'après lui de 10/20 μ avec une moyenne de 15 μ pour le *Sphaerotheca humuli*. Mais ses alvéoles sont trop nombreux, trop petits et la coupe optique du champignon est régulière alors qu'elle est très festonnée (pl. 7, fig. 124-126).

Dans le traité de pathologie et thérapeutique végétales «I parasiti vegetali» de Ferraris, l'auteur représente les alvéoles avec une cloison mince et un grand nombre

d'alvéoles (47) ayant une forme géométrique trop nette. La coupe optique du périthèce est régulière et aucune séparation en creux n'existe (fig. 99, p. 475).

Dans son texte, Ferraris étudie les caractères du parasite mais il n'indique ni le nombre ni la forme des alvéoles (fig. 2).

Marchal (1925) a représenté le *Sphaerotheca pannosa* (fig. 26 A, p. 81). Les alvéoles sont très petits et en très grand nombre; mais l'auteur a représenté une coupe optique festonnée du périthèce. Il étudie très succintement le *Sphaerotheca humuli.*

En France, Ducomet «Pathologie végétale» 1908 (fig. 14, p. 191) a représenté aussi un très grand nombre d'alvéoles sur le périthèce et des séparations inexactes.

Butler, en Amérique (1918, p. 314), a mal représenté le périthèce et ses ornements qui sont très nombreux; les fulcres sont inexacts.

Frédérich Deforest (1933, p. 565-572) étudie la reproduction du *Sphaerotheca;* la formation du périthèce, son cycle évolutif ainsi que les dates de son apparition sur les végétaux. A maturité, le dessus du périthèce devient foncé (brun ou noir); ses dimensions sont comprises entre 60 et 360 μ de diamètre. La morphologie du champignon ne semble pas avoir été étudiée car l'auteur n'a pas représenté les alvéoles.

Ainsi la représentation du périthèce du *Sphaerotheca* a été, dans son ensemble, mal traduite, les auteurs, considérant sans doute comme nécessaires et suffisants les caractères tirés de l'asque et des fulcres.

Le but de nos recherches a été d'apporter plus de précision dans la morphologie du périthèce à l'aide de l'éclaircissant indiqué plus haut.

On a représenté (fig. 3, 5) deux cas très typiques d'alvéoles, l'un très petit et l'autre très grand; il existe tous les cas intermédiaires entre ces deux extrêmes. Comme la forme des alvéoles n'est pas géométrique, nous nous sommes bornés à faire le comptage des alvéoles visibles sur la partie supérieure du périthèce. Ce procédé nous a semblé plus près de la réalité que des mensurations qui auraient pu être inexactes et qui s'avéraient très difficiles dans plusieurs cas.

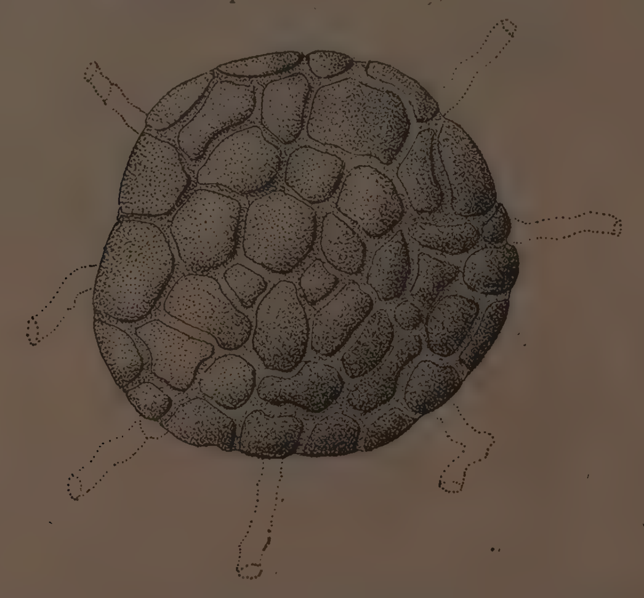


Fig. 3. — *S. humuli* (DC) Burr sur *Alchemilla vulgaris* L. — Gr. 700.

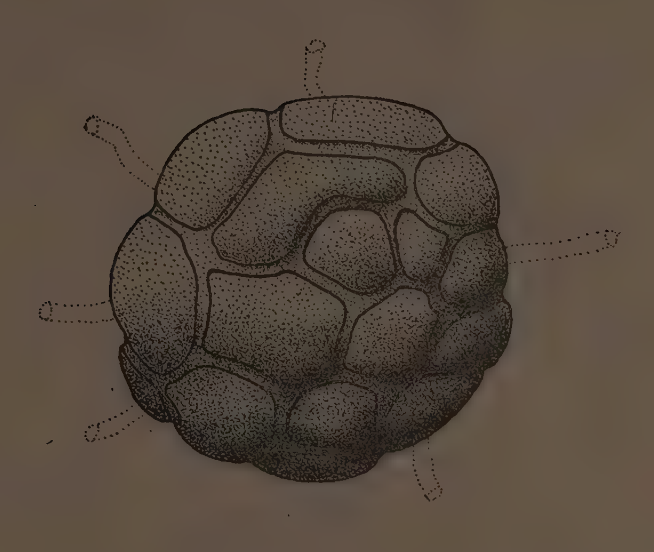


Fig. 4. — *S. humili* (DC) Burr sur *Arnica montana* L. — G. 700.

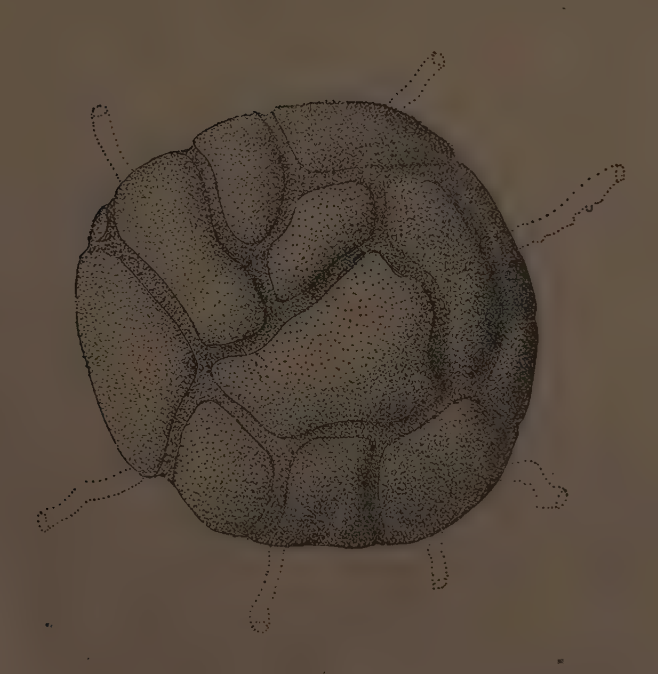


Fig. 5. — *S. humili* (DC) Burr sur *Senecio fuchsii* Gmelin. — Gr. 700.

Voici les résultats de nos différents examens de *Sphaerotheca humuli* (DC) Burr. *sensu latissimo.*

Sur Alchemilla vulgaris L. — Immersion à froid, 7 minutes, diamètre à peu près constant du périthèce 88 μ. Nombre d'alvéoles visibles : 40; séparation en creux; lignes fines et peu écartées. Petits alvéoles (fig. 3).

Sur Acnica montana L. : immersion 5 minutes; diamètre à peu près constant du périthèce 93 μ. Nombre d'alvéoles visibles : 15. Séparation en creux des alvéoles moins larges que sur *Alchemilla.* On observe généralement un plus grand alvéole à peu près au milieu du périthèce (fig. 4).

Sur Senecio cordatus Koch : immersion 7 minutes. Diamètre à peu près constant du périthèce 104 μ. Nombre d'alvéoles visibles : 10. Séparation en creux. On observe une majorité d'alvéoles allongés suivant les méridiens.

Sur Senecio fuchsii Gm : immersion 7 minutes. Diamètre du périthèce à peu près constant 83-85 μ. Nombre d'alvéoles visibles : 10. Séparations en creux. Coloration très brune du périthèce et même noire au début (fig. 5).

Sur Plantago lanceolata L. : immersion 7 minutes. Diamètre à peu près constant du périthèce : 86 μ. Nombre d'alvéoles visibles : 13. Séparation en creux. La forme des alvéoles est bien plus régulière que sur les autres matrices.

Des observations précédentes, il résulte :

1° Les temps d'immersion dans le liquide à froid, n'excèdent pas 12 minutes;
2° Le diamètre des périthèces varie avec les matrices;
3° Le nombre des alvéoles du périthèce varie aussi avec les matrices;
4° Les séparations entre les alvéoles sont différenciées et en creux (*recticulum* en gorge);
5° Le nombre de mailles (alvéoles) du réseau en gorge varie très peu sur une même matrice.

Cette première étude morphologique du *Sphaerotheca humuli* à l'aide d'un éclaircissant approprié fait entrevoir la nécessité d'une révision générale de cette espèce collective. On peut entrevoir une classification échelonnée depuis le type à petites mailles (sur *Alchemilla vulgaris*) jusqu'au type à très grandes mailles (*Senecio fuchsii*).

Laboratoire de Botanique de l'École
nationale d'Agriculture de Montpellier.

BIBLIOGRAPHIE.

Arnaud. — Traité de pathologie végétale, tome I, vol. 2.

Butler. — Fungi and disease in plants 1918, p. 314.

Ducomet. — Pathologie végétale. — Étude des maladies cryptogamiques, 1908.

Deforest (F.). — Manuals of plants disease, 1939, p. 565-572.

Delacroix et Maublanc. — Maladies parasitaires des plantes cultivées, 1916.

Ferraris. — Parasiti vegetali. Trattoto di pathologia et terapia vegetale, 1913.

Frank (P.) Mc. Whorter. — Phytopathology. Fungicoidal values of oil sprays (March 1927, vol. 17, n° 3, p. 201).

Léveillé (J.-H.). — Organisation et disposition méthodique des espèces qui composent le genre Erysiphe (Ann. Sc. Nat. 1851, 5, p. 109).

Marchal. — Éléments de pathologie végétale, 1925.

Mangin. — Parasites des végétaux et des plantes cultivées, 1916.

Massee (L.-E.). — On the origine of the parasitision in fungi. Roy. Society (London). — Citation : Diurnal cycle of spore — maturation in certain powdery mildew (*Phytopathology* 1940, vol. 30, n° 1, p. 65).

Salmon. — Monography of the Erysiphaceae. Memoirs of the Torrey botanical club, 1900, vol. IX, october.

Sorauer. — Handbuch der Pflanzenkrankheiten, 1908, tome II, p. 194.

LA LUTTE CONTRE LE POU DE SAN JOSÉ

AUX ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE ET EN EUROPE CENTRALE

JUSQU'EN 1939.

par J. Bruneteau,

Inspecteur du Service de la Protection des Végétaux.

La Cochenille *Quadraspidiotus perniciosus* Comst. fut découverte aux États-Unis vers 1871. Elle y causa tant de dégâts que, vingt ans plus tard, l'essor déjà pris par l'arboriculture fruitière américaine paraissait gravement compromis [1].

Alors tout fut mis en œuvre pour venir à bout du fléau.

Il est impossible en quelques pages de décrire en détail cet immense effort. Mais pourtant, en en retraçant les principales étapes, il est juste de rendre hommage aux grands noms qui les ont marquées.

I. Lutte biologique.

Dès le début, les recherches ont ébauché les formules actuelles. Marlatt (*a*) explorait les continents à la recherche de la patrie d'origine de l'insecte. On fondait alors de grands espoirs sur la lutte biologique et l'on attendait avec impatience les prédateurs que Koebele expédiait d'Australie. A vrai dire, les acclimatations réalisées avec deux genres d'*Orcus*, des *Chilocorus* ou avec *Prospaltella perniciosi* ne donnèrent pas les résultats que l'on pouvait espérer. De même en Argentine on essaya d'utiliser le parasitisme de *Piezotrichum saccardinum*. En Russie, *Chilocorus renipustulatus* Scriba ab. *inornatus* Ws. fit l'objet d'un essai d'acclimatation. Mais, déjà en 1906, Marlatt disait combien il était incertain qu'un parasite ou qu'un prédateur puisse juguler la cochenille autant que des traitements bien faits. Aujourd'hui comme il y a quarante ans, la lutte contre le Pou de San-José est essentiellement une lutte chimique [2].

[1] Dans «Insect Life» (vol. 2, p. 313) on peut trouver entre autres expressions de la crainte générale, l'appréhension d'un bureau de Société d'Horticulteurs qui affirmait en 1889 que si «le Pou de San José n'était pas parfaitement écrasé, le sort des arbres devait être réduit à rien avant peu d'années».

[2] Il est toutefois intéressant de noter avec Imms la résistance spécifique des poires Leconte et Kieffer. Ces deux variétés sont des hybrides de *Pyrus sinensis* × *P. communis*. Elles ont fixé l'immunité naturelle de *P. sinensis* au Pou de San José et gardent une grande partie des qualités de *P. communis*.

Rappeler comment cette lutte a été menée aux États-Unis contre le Pou de San-José, c'est en même temps retracer l'historique des traitements de contact par les huiles et les polysulfures.

II. Lutte par les bouillies sulfocalciques.

Vers 1890, on badigeonnait les arbres atteints avec une sorte de bouillie sulfocalcique salée. On employait alors ce produit contre une gale ovine, lorsqu'un hasard en fit découvrir les propriétés insecticides. En 1900, Pierce montra qu'il était inutile d'adjoindre du sel à ces polysulfures, dont l'emploi se généralisa peu à peu. Ainsi se vulgarisèrent les traitements sulfocalciques.

La formule la plus courante, susceptible de variantes, contenait 20 kilogrammes de soufre et 10 kilogrammes de chaux grasse et pure pour 100 litres de bouillie. Sa préparation exigeait une cuisson de 50 minutes dans un récipient en fer où l'on faisait d'abord bouillir 25 à 30 litres d'eau. On incorporait ensuite avec précaution la chaux, puis le soufre que l'on avait au préalable bien tamisé et pétri avec de l'eau pour former une pâte liquide. Enfin, on ajoutait le reste d'eau dont il importait de compenser l'évaporation. On filtrait soigneusement la bouillie obtenue qui pouvait être conservée à l'abri de l'air dans des récipients bien bouchés.

En hiver, on utilisait 14 litres de ce liquide, dilué dans 86 litres d'eau, aussi bien qu'en été à une dose trois fois et demie moindre.

Une autre formule apparaissait en 1909 qui causait moins de brûlures. Elle était plus simple à réaliser car elle utilisait la chaleur dégagée par l'hydratation de la chaux : on la connaissait sous la désignation de «self-boiled». Dans un récipient, on place 1 kgr. 500 de chaux vive que l'on recouvre avec 2 à 3 litres d'eau, chaude de préférence. Lorsque le délitage est en cours, on incorpore, en agitant, 3 kilogrammes de soufre bien tamisé. On surveille l'ébullition qui ne doit pas être prolongée. Enfin on complète avec 100 litres d'eau.

Mais ces préparations exigeaient des soins et des installations particulières. En effet, on montait, aux abords des vergers, des petites usines dont les revues nous ont conservé les images amusantes. Aussi le monde des arboriculteurs américains accueillit-il avec faveur les bouillies commerciales qui apparurent vers 1916. On admettait alors que la pratique des pulvérisations sulfocalciques permettait de débarrasser les vergers de leurs cochenilles. De son périple aux États-Unis, Marchal rapporte l'optimisme de l'époque. *Q. perniciosus* pouvait alors être «considéré comme maîtrisé» dans ce pays. Mais ce savant notait aussi que Melander (*a*, *c*) tendait à expliquer certains échecs par l'acquisition d'une immunité naturelle. Une curieuse accoutumance aux traitements semblait aboutir à la création de races résistantes, ou tout au moins de lignées biologiques différentes.

Or, les résultats de certains traitements à grande échelle contre les cochenilles se montrent souvent incertains ou contradictoires. On sait en effet quelles difficultés on peut éprouver à discriminer les pourcentages de mortalité. Il est nécessaire d'attendre pendant quelque temps la dessiccation des insectes tués. Comme le remarque Houser, certaines *Quadraspidiotus* peuvent prendre une apparence de vie par le fait que leur carcasse s'imbibe d'eau. Et il n'y a pas si longtemps que les techniques de comptage se sont améliorées. (Abbott, Kagy, etc.).

De plus, l'étude des diverses spécialités sulfocalciques permit de définir avec précision leur valeur insecticide. La comparaison était possible par leurs titrages. On établit des

tables qui sont devenues classiques et qui indiquent les dilutions. Par exemple, le liquide à 32° Bé (dens. 1,28) était employé au 1/7e environ, soit à 12 ou 13 p. 100 en hiver.

L'action insecticide se montrait liée au contenu en polysulfures. Pour cette raison les produits secs, obtenus par évaporation de la bouillie pure, ne causaient pas les mêmes mortalités que leurs solutions mères. Ainsi Gentner et Norris notaient qu'à 3 p. 100 le dry-lime sulphur peut donner des résultats probants mais très souvent inégaux. De même, des échantillons de polysulfures de calcium, de sodium et de baryum employés à forte dose par Abbott, Culver et Morgan aussi bien que par Melander (*b*, *d*) n'ont pas toujours donné un contrôle satisfaisant du Pou de San-José.

Pourtant d'après Baerg la valeur insecticide de ces produits contre *Q. perniciosus* serait plus forte après des traitements effectués régulièrement pendant plusieurs années.

Une action des polysulfures sur l'insecte est la stérilisation des femelles, dont la reproduction se trouve complètement altérée. Ce fait a été noté par Newcomer et Yothers (*a*), de même que par Hough (*c*). Par contre, d'après O'Kane et Conklin, la bouillie sulfocalcique ne semble pas pénétrer à travers l'enveloppe cireuse des boucliers de *Quadraspidiotus*. L'hydrogène sulfuré libéré par le produit sulfocalcique ne montre aucune action bien nette sur l'insecte, dont les cadavres ne révèlent aucune trace de sulfures.

Malgré bien des critiques, la bouillie sulfocalcique est restée inscrite parmi les traitements contre le Pou de San-José. On l'emploie par beau temps, sur des arbres soigneusement grattés et débarrassés des mousses et des écorces. Il est vrai que cette précaution est également nécessaire pour réduire les vieux encroûtements avec les autres insecticides de contact.

III. Lutte par les Huiles minérales.

Pendant cinq ou six ans, de 1901 à 1906, les bouillies sulfocalciques furent supplantées par le pétrole distillé. L'emploi de ce liquide comme insecticide commençait à se vulgariser largement [1]. On conseilla d'abord d'effectuer les traitements au pétrole pur mais avec le plus grand soin, en évitant les ruissellements au pied des arbres. Le point important était de favoriser l'évaporation du produit huileux. Malgré les précautions il en résulta des brûlures telles qu'il fallut chercher à diminuer l'effet caustique. Ainsi apparurent les premières émulsions. Grâce à des types de pompes très ingénieux, on barattait le liquide en le pulvérisant. Marlatt (*a*) note qu'on devait chercher à obtenir des émulsions titrant moins de 18 p. 100 de pétrole pour les traitements d'hiver. En pleine végétation, on administrait des traitements à 4 p. 100 sur les pêchers et à 6 à 8 p. 100 sur les poiriers et aussi les pommiers. Qui oserait aujourd'hui faire de semblables essais?

Puis vinrent les formules à base d'huile de paraffine qui étaient encore préconisées par Theobald en 1909.

Enfin, à la suite de Jarvis, en 1908, on substitua définitivement au pétrole lampant les huiles lubrifiantes dans les traitements contre le Pou de San-José.

Mais la difficulté résidait dans la création d'une émulsion satisfaisante et ce n'est guère qu'après 1912 qu'apparurent dans le commerce des types plus aisément émulsifiables.

L'efficacité des huiles, ainsi que Borden et Hensill l'ont indiqué, est étroitement liée

[1] Dès 1871, des arboriculteurs californiens avaient utilisé des huiles minérales.

à l'épaisseur et à l'homogénéité des dépôts laissés par les pulvérisations. C'est ce que précise FARRAR dont les essais montrent que les émulsions les plus efficaces sont celles dont les gouttelettes sont les plus grosses, se brisant rapidement et douées d'un bon pouvoir mouillant.

Il n'est donc pas surprenant que les divers auteurs aient proposé successivement tous les types possibles d'huiles émulsifiées de façon différente. Les valeurs insecticides des distillats de pétrole ont été discutées, des huiles lourdes aux huiles blanches. Ces dernières sont venues vers 1924 compléter la gamme des insecticides de contact américains. Très raffinées, elles se montrent, à l'heure actuelle, l'expression même d'un progrès remarquable. Mais avant d'offrir au commerce les huiles d'été que nous connaissons, que d'insuccès, que de tâtonnements.

Rappelons-en brièvement les diverses étapes dans la discussion de leurs caracteristiques.

L'importance de la viscosité a été soulignée par plusieurs expérimentateurs. Parmi ceux-ci, SWINGLE et SNAPP (qui ont consacré à l'action insecticide des huiles un travail fondamental) pensent que de ce facteur seul dépend la toxicité des huiles vis-à-vis de *Q. perniciosus*. D'après ces auteurs, le meilleur type devrait avoir une viscosité d'au moins 125″ Seybold à 37-38° C., et une volatilité inférieure à 1,75 p. 100 en quatre heures à 105°. A 3 p. 100 cette huile procure une mortalité de 99 p. 100.

Pour HOUGH (*c*) la viscosité peut être plus basse, mais en aucun cas inférieure à 85″. Au contraire, FARRAR prétend que le type le plus efficace, émulsifié avec une solution savonneuse à 2,5 p. 100 ne doit pas excéder une viscosité de 83″.

Cette viscosité semble importante par l'action qu'elle manifeste sur les arbres, principalement dans les traitements d'été. Les huiles très épaisses causent des brûlures ou des accidents que n'entraînent pas les produits fluides.

Dans une remarquable étude comparative, NEWCOMER et YOTHERS (*b*) ont expérimenté divers types dont la viscosité variait de 116 à 227″. Ils en ont conclu que les mortalités d'*A. perniciosa* ne dépendent pas du mode de préparation de l'émulsion, non plus que de l'agent émulsifiant. On distingue ainsi deux types d'émulsification. Dans l'un, on incorpore par agitation ou par ébullition un savon alcalin ou une matière inerte ou colloïdale : c'est le stock d'émulsion. Dans l'autre, l'huile a été rendue soluble par l'adjonction d'un acide gras (tel que l'acide oléique) ou de produits alcalins sulfonés (1). Quel que soit le type, le point important est la libération rapide de l'huile par la « casse » de l'émulsion sur la cochenille. En traitement d'été, les produits du type « quick-breaking » sont pourtant sujets à brûlures.

SWINGLE et SNAPP ont établi, d'autre part, que le pourcentage des résidus non sulfonables de même que les diverses autres caractéristiques, n'auraient aucune influence sur la valeur insecticide des produits. On admet toutefois que les huiles d'hiver ne devraient pas contenir plus de 25 à 30 p. 100 d'hydrocarbures non saturés et aromatiques, tandis que ce taux, pour les types d'été, ne peut excéder 10 à 15 p. 100.

Dans cet ordre d'idées, BORDEN obtint de bons résultats contre *Q. perniciosus* avec une huile de viscosité faible (100 à 120″) qui contenait moins de 30 p. 100 de résidus sulfonables.

Cet auteur ajoutait à l'émulsion un mouillant et de la soude, pour détruire les mousses. GENTNER et NORRIS expérimentèrent avec succès contre notre insecte, à la dose de

(1) Au début du siècle, on préconisait de traiter les arbres à l'aide de lessives d'un savon à base d'huile de baleine ou de poisson. Comme elles étaient très épaisses il fallait les appliquer à chaud, parce que les lessives froides se prenaient en pâte qui bloquait la pompe.

4 p. 100, des huiles de faible viscosité et dont les résidus sulfonables s'élevaient à 50 et 70 p. 100.

Aux États-Unis, on conseille d'appliquer les pulvérisations d'huile, de préférence à la fin de l'hiver, avant l'éclosion des bourgeons. Lorsque les brûlures se produisent, sur les pêchers par exemple, ces accidents sont plus souvent dus au traitement tardif qu'à l'exagération de la dose. D'après Ackerman le traitement peut être fait à n'importe quel moment du repos de la végétation, pourvu que le temps soit beau, sans pluie ni gelée.

La nature de l'eau est également importante. Il faut éviter les eaux calcaires qui détruisent les émulsions à base de savon[1]. Dans tous les cas où le praticien devrait utiliser une eau dure, on lui conseille d'y incorporer 1 p. 100 de carbonate de soude ou bien un lait de bouillie bordelaise faible, à 5 p. 1.000 de sulfate et de chaux. Il faut toutefois noter avec Porter et Sazama qu'un excès de bouillie bordelaise réduit la toxicité de l'huile.

Presque tous les auteurs s'accordent pour définir les dosages optima. Ackerman conseille de faire deux traitements successifs à 2 p. 100 en hiver dans les vergers très envahis. Prenons comme test les conclusions des essais d'hiver de Newcomer et Yothers (*b*) effectués avec différents types d'huiles lubrifiantes contre *Q. perniciosus*.

A 2 p. 100 les résultats se montrent insuffisants;

A 3 p. 100 la mortalité permet d'enrayer une attaque de faible amplitude;

A 4 p. 100 on obtient une mortalité de 99 p. 100 des cochenilles, mais il faut, si les arbres le supportent, élever le dosage à 6 et même 8 p. 100 pour être certain d'une destruction complète.

La répétition annuelle des traitements permet de juguler l'extension du mal. Et même après deux ou trois applications bien faites à 4 p. 100, on pourrait obtenir des mortalités complètes (Korchagin).

En été les divers types expérimentés se montrent insuffisants pour détruire les colonies encroûtées. Moins nocives pour les arbres, les huiles blanches, utilisées à fortes doses au moment des essaimages des néonates, contribuent pourtant à réduire notablement les dispersions.

On a également conseillé l'huile de moteur au 1/20°. Ackermann souligne que bien des brûlures du feuillage causées par ce produit, sont dues au fait que l'on pulvérise pendant les heures chaudes du jour.

Beaucoup de praticiens suivent les conseils de Snapp et Thomson qui ont proposé l'utilisation des huiles usées de moteur à 4 p. 100. Les résultats se montrent satisfaisants, pourvu que les émulsions soient stables. Ces auteurs les réalisent avec le caséinate de chaux.

Notons enfin la formule de Fotidar et Raina pour la fabrication d'un stock d'émulsion avec le type Diesel, émulsionné au savon de poisson. En voici la formule :

Huile Diesel, 3 parties;
Savon de poisson, 2 parties;
Eau douce, 3 parties, à diluer au 1/7° en hiver et au 1/24° sur la végétation.

Certains auteurs ont ajouté divers produits aux huiles lubréfiantes afin d'augmenter leur toxicité vis-à-vis du Pou de San-José.

Rolfe conseille d'utiliser comme stock d'émulsion une mixture composée de 7 litres de bouillie sulfocalcique à 30° Bé avec 2 l. 7 d'huile blanche commerciale.

[1] Il est recommandé de bien rincer et à l'eau chaude, les appareils ayant contenu de la bouillie sulfocalcique avant de les utiliser pour les traitements aux huiles.

Kagy et Richardson incorporent à une huile de viscosité 53-54″ à 60° et à indice de sulfonation : 82, du 2-4-dinitro-6-cyclo-hexylphénol. Avec une émulsion à 1 p. 100 d'huile, l'adjonction de 1,5 p. 100 de dinitrophénol a donné 98 p. 100 de mortalité. En doublant la dose de dinitrophénol avec la même quantité d'huile, on obtiendrait la destruction totale des cochenilles. D'autre part on peut élever la proportion d'huile au moins à 3 p. 100. Notons enfin que certains fabricants incorporent ces composés phénoliques aux huiles blanches, aussi bien que des extraits végétaux : nicotine, pyrèthre, eucalyptus, etc.

Les huiles de houille sont plus répandues en Europe où elles furent utilisées pour la première fois vers 1908.

Elles n'en ont pas moins été étudiées en Amérique par plusieurs auteurs, en particulier par Hough (*a*, *b*). Les huiles d'anthracène exigent de très hautes concentrations (du 1/10e au 1/15e) pour donner des résultats comparables à ceux que permettent d'obtenir les huiles minérales. Les auteurs qui les ont utilisées en traitement contre les cochenilles, sont d'accord sur leur infériorité, à proportions égales. En tout cas, les dosages au-dessous de 4 ou 5 p. 100 donnent des mortalités insuffisantes (Ginsburg et Driggers). Certains entomologistes américains ont cherché à augmenter la toxicité des huiles de houille en leur adjoignant des huiles minérales. Ainsi Hough (*b*) a proposé la formule suivante pour des pulvérisations à des concentrations diverses :

Huile lubréfiante, 1 partie;
Huile d'anthracène, 3 parties;
Eau avec caséinate de soude, 2 parties.

D'après Hurt le pourcentage d'huile minérale à ajouter aux huiles de houille ne doit pas être inférieur à 2 p. 100.

Notons en passant les essais effectués avec les huiles de créosote qui, pour certains auteurs, montreraient une action insecticide égale à celle des huiles d'anthracène. Ainsi Stanley, Marcovitch et Andes ont obtenu près de 92 p. 100 de mortalité de *Q. perniciosus*, après des traitements effectués sur deux années. Une formule contenant 1 p. 100 de créosote avec 3 p. 100 d'huile leur aurait permis d'obtenir jusqu'à 99,08 p. 100 de mortalité.

Aujourd'hui, les huiles sont, aux États-Unis, le principal moyen de lutte contre *Q. perniciosus*. On trouve sur le marché une infinité de types bien étudiés. Sans assurer, dans bien des cas, la destruction complète de l'insecte, elles permettent toutefois d'en enrayer l'extension et d'en limiter les dégâts (1).

Pendant le repos de la végétation on les applique sur les arbres bien grattés et débarrassés des mousses et des vieilles écorces. On choisit alors un temps calme, en hiver plutôt qu'en automne, en évitant les périodes de gelées.

Après la reprise de la végétation, l'arboriculteur dispose encore de produits très raffinés et complexes qui, pulvérisés sur le feuillage, peuvent arrêter les essaimages des néonates.

De même, les constructeurs offrent dans le commerce toute la gamme d'appareils désirables selon les besoins des exploitations, depuis le petit pulvérisateur à main ou à dos jusqu'aux camions-citernes des grandes sociétés fruitières.

Au centre de certains vergers, on a installé d'énormes réservoirs d'où partent des

(1) Notons un traitement curieux relaté par Crowley. Des airelles ayant été très envahies par la cochenille, on inonda le terrain. Sur la surface de l'eau, on versa de l'huile de traitement d'hiver (viscosité 95″) à raison de 115 litres à l'are. L'eau en se retirant laissa une pellicule sur les plantes.

tuyaux de pulvérisation. On a construit des pompes qui peuvent fournir, à la sortie du jet, une pression de 50 kilogrammes par centimètre carré.

IV. Lutte par les Fumigations.

Mais les pulvérisations de polysulfures ou d'huiles ne suffisent pas toujours à détruire complètement les colonies de *Q. perniciosus.*

Le seul traitement qui atteigne les cochenilles les mieux protégées est la fumigation avec un gaz toxique. C'est aussi le seul moyen efficace de débarrasser les plants de pépinières et les fruits de toute contamination et d'éviter la lointaine dispersion de l'insecte.

En 1886, Coquillett lançait l'idée des fumigations cyanhydriques pour détruire les cochenilles des orangers. Quelques années plus tard, lorsque les travaux de Woodsworth et de Woglum eurent perfectionné les techniques, on adaptait cette méthode aux arbres fruitiers attaqués par *Q. perniciosus.* L'opération sous tente se vulgarisa et devint quasi automatique grâce à des tables de dosage[1].

La génération du gaz cyanhydrique est obtenue par plusieurs procédés. Le plus anciennement employé est la réaction du cyanure de potassium ou de sodium avec une solution aqueuse d'acide sulfurique. Les auteurs américains la désignent sous le nom de méthode du « pot », car on verse dans un récipient en grès ou en plomb, l'eau acidulée dans laquelle on ajoute le cyanure. Les proportions respectives sont d'environ deux fois plus d'eau et une fois et demie plus d'acide que de cyanure de sodium. Ou bien encore, trois fois plus d'eau et autant d'acide que de cyanure de potassium. Ces produits doivent avoir un contenu en cyanogène de 98 à 100 p. 100. Les impuretés consistent généralement en chlorure de sodium. Lors de la réaction, ce sel engendre des vapeurs chlorhydriques qui brûlent les végétaux, détruisent les tissus des tentes et décomposent une partie du gaz cyanhydrique formé.

Une autre méthode de génération est la libération lente du poison contenu dans un produit cyanuré. Ce dégagement est plus ou moins rapide selon le degré d'humidité de l'atmosphère. Ainsi, le commerce offre des cyanures de calcium en poudre, en granulé ou en pastilles (tels que le Cyanogas), de même que des spécialités faites d'acide cyanhydrique absorbé par une poudre inerte (comme le Zyklon).

Enfin, un troisième mode de génération utilise l'acide cyanhydrique liquide en bidon, ou en bombes. Chaque méthode nécessite des appareils spéciaux de distribution permettant de doser et d'injecter la quantité de gaz calculée.

Dans un milieu bien sec, les dosages bas avec une longue exposition sont moins nuisibles aux végétaux que les hautes concentrations avec un temps court (formule d'Haber).

D'autre part, les concentrations des gaz variant en raison inverse de la température, il est possible de réaliser de plus hautes concentrations par températures basses.

Q. perniciosus est tuée à tous les stades par une exposition de deux heures à une atmosphère contenant de 0,4 à 0,5 volume p. 100 de HCN (Wiesmann). C'est aussi le dosage normalement établi dans les essais de la Station de Désinfection de Bordeaux où l'on n'a pas vérifié l'hypothèse de Thorpe qui croit à des races de Pou de San-José réfractaires au gaz cyanhydrique, comme Melander en supposait les lignées résistantes aux polysulfures.

[1] Théoriquement on obtient le volume intérieur V de la tente par la formule : $V = \frac{C2}{4\pi}\left(\frac{O}{2} - C\,\frac{(3\pi - 4)}{12\pi}\right)$ ou O est la longueur de l'arc vertical passant par le sommet et C la plus grande circonférence de l'arbre. Dans la pratique, l'utilisation de bâches graduées évite tout calcul.

Les fruits se comportent différemment selon les dosages auxquels ils sont soumis. Il semble aussi que le gaz cyanhydrique pur leur soit moins caustique, à des concentrations égales, que les produits cyanogènes tels que le Zyklon, par exemple [1].

Mais en général aux concentrations trop fortes, commencent à apparaître les brûlures cuticulaires. Le seuil de toxicité se place pour les pommes vers 0,5 volume p. 100 et trois heures d'exposition. Pour un temps moindre, leurs épidermes restent intacts. A 1 p. 100 et une heure par exemple, les dégâts se montrent très sévères. Ces lésions sont dues à l'absorption par le fruit d'une certaine quantité de HCN. D'après Beran, toute trace cyanhydrique aurait disparu des fruits bien ventilés, après trois jours. Belyavskaia a noté qu'après deux heures d'aération, il ne subsiste plus assez de poison dans les pommes, les poires ou les prunes pour que leur ingestion soit dangereuse. Par contre, après le même laps de temps, les cerises, les fraises et les groseilles ne pourraient être consommées sans danger. En fumigation commerciale avec la méthode du «pot», le dosage ne doit pas excéder 15 à 16 grammes de NaCN par mètre cube, à la température ordinaire.

Aux limites de toxicité, les pommes se montrent plus résistantes que les poires et que tous les autres fruits aqueux.

De plus, dans la pratique, il faut se montrer très circonspect avec les végétaux sortant des frigorifiques et dont les emballages ne sont pas parfaitement secs.

D'après Watzl (*b*) les plants de pépinières encore feuillus peuvent supporter sans trop de dommages jusqu'à 0,3 et 0,4 volume p. 100 de HCN (soit avec le Cyanogas, soit avec le Zyklon). Toutefois il est préférable de les traiter la nuit et à 15 ou 20° C.

Pendant le repos de la végétation, on utilise généralement pour les traitements des plants infestés, 0,5 volume p. 100 de HCN pendant une heure à environ 10° C. Si l'on employait l'ancienne méthode au cyanure, on observerait la formule donnée par Marlatt en 1906, qui conseillait, pour chaque mètre cube libre :

KCN à 98 p. 100 de pureté, 10 grammes;
Acide sulfurique, 10 grammes;
Eau, 30 grammes.

Des entomologistes russes ont expérimenté contre le Pou de San José, les fumigations à l'hydrogène sulfuré.

Shteinberg, par exemple, a obtenu de bons résultats en toute saison et sans dommage pour les végétaux avec 33 gr. 7 de H_2S par mètre cube pour une demi-heure d'exposition, de 13° à 29° C. Nekrasova a précisé ainsi les dosages par mètre cube, pour le traitement des greffons et scions ou des pommes et poires. Les voici : 100 grammes pendant une heure à 17° C., 200 grammes pendant une demi-heure à 16° C. (ou 375 gr. à 14°). Pour la fumigation des plants de poiriers, pommiers ou pruniers de trois ans, Nekrasova préconise 200 à 300 grammes pour une demi-heure à 12° C.

A l'encontre de certaines cochenilles, *Q. perniciosus* se montre assez sensible au bromure de méthyle. Mackie a noté que sa destruction était assurée avec 4 gr. 14 à 16° ou encore avec 8 gr. 28 à 12°.

[1] La libération d'un gramme de HCN est donnée théoriquement par la formule suivante (Lepigre) :

Solution cyanurée à 37°,5 Bé (30 gr. NaCN pour 50 cc. d'eau)	4,40 cc.
Eau pure	2,44 cc.
Acide sulfurique à 60° Bé.	1,42 cc.

Il faut environ 5,65 gr. de CNCa à 17-18 p. 100 pour libérer 1 gr. de HCN. Théoriquement, 10 cc. de HCN liquide équivalent à 14 gr. de CNNa mais pratiquement, il est préférable de s'en tenir aux tables des fabricants.

Enfin, notons que les concentrations pratiquées sous vide partiel pour la fumigation des fruits dans les Stations de désinfection assurent la destruction du Pou de San José à tous les stades où il est disséminé par les exportations. Avec l'oxyde d'éthylène ou avec le bromure de méthyle, les dosages commerciaux laissent une marge de sécurité suffisante.

Toutefois, il importe de conduire l'opération avec prudence, lorsque l'on traite des fruits et en particulier les poires, au sortir d'un entrepôt frigorifique.

Aux États-Unis, la fumigation cyanhydrique a été surtout appliquée, comme en Italie, en Espagne ou en Afrique du Nord, aux cochenilles des orangers.

Cette méthode de lutte exige un aménagement spécial, aussi bien pour les végétaux sur pied que pour les plants destinés à la vente. Les bâches et les tentes ordinaires sont rapidement détériorées par les vapeurs sulfuriques dans la réaction avec les cyanures. On leur préfère actuellement des toiles semi-poreuses, à travers lesquelles l'air filtre et homogénéise l'atmosphère toxique (brevet Sansoni).

Mais toutes les fois qu'il est nécessaire, les opérations de fumigation sont effectuées dans des locaux étanches, serres ou bâtiments spécialement aménagés.

V. Lutte administrative.

À mesure que la cochenille de San José étendait sa triste renommée, divers États d'Amérique prenaient des mesures pour éviter de nouvelles contaminations. Les États de l'Ouest (Washington, Oregon, Idaho, Montana, Colorado, Utah, Oklahoma, Californie et Iowa), édictaient les premiers décrets de protection. Bientôt, s'organisait le Plant Quarantine Service. Des règlements sévères venaient peu à peu restreindre ou interdire les expéditions de plants ou de fruits infestés. Des agents spécialisés diffusaient des brochures de renseignements ou bien appliquaient de sévères sanctions. Tel vendeur de fruits se voyait condamné à 10 dollars d'amende pour avoir livré au commerce quelques fruits portant la cochenille[1]. Enfin, prenait corps cet immense service américain de la Protection des Plantes que d'autres pays ont plus ou moins bien imité.

Passant l'Océan, le danger menaçait l'Europe. Il y suscitait des législations préventives. En 1898, des ordonnances allemande et austro-hongroise interdisaient l'importation dans leurs pays respectifs, de plantes vivantes et de fruits contaminés. L'année suivante, l'Espagne, la Suisse, la Belgique, la Turquie de même que la France prenaient également des mesures restrictives.

V. Lutte contre le Pou de San José en Europe Centrale.

En 1931, on trouvait une première fois *Q. perniciosus* près de Vienne, en Autriche, sur des poiriers de pépinières. Les investigations menées par la suite montraient que l'insecte avait été introduit trois ou quatre ans plus tôt avec des plants hongrois.

Or, l'examen de pommiers et de cerisiers de la région de Szegedin révélait une contamination déjà très ancienne. Aucune enquête publiée n'a révélé l'ampleur exacte de l'invasion en Hongrie. Mais dans les années 1933-1934, on apprenait que la tache d'origine avait très largement diffusé[2]. Les foyers jalonnaient les régions ouest et nord-ouest de

[1] V. Insect Life, vol. 3, p. 427, Washington 1890.
[2] *Q. Perniciosus* était signalé à Aveiro, au Portugal en 1932 et près de Barcelone en 1933.

la Roumanie jusqu'aux environs de Cernauti, et du pied des Alpes Transylvaines au voisinage de Bucarest.

En Yougoslavie, la partie septentrionale du Banat était également atteinte, et ses foyers s'éclaboussaient jusqu'à Novi-Sad. La prospection signalait encore des attaques à Brod sur la Save, à Zagreb en Croatie, à Maribor en Slovénie.

Dans ces quatre pays d'Autriche, de Hongrie, de Roumanie et de Yougoslavie, on adopta des traitements quasi identiques, inspirés par l'expérience américaine (Wahl, Sachtleben, Savulescu Kovatchevitch, etc.).

Les arbres et les plants très atteints ou récemment contaminés, de même que tous les bois morts devaient être détruits. Sur les arbres situés dans le voisinage des pépinières attaquées et sur les végétaux envahis, on appliquait trois séries de pulvérisations.

En hiver ou en automne, traitements aux huiles et principalement avec les Carbolineums commerciaux à 15-20 p. 100. Au printemps, avant la pousse des bourgeons, application de bouillie sulfocalcique à la dose de 20 litres d'un liquide titrant 20 à 25° pour 80 litres d'eau. En été, à certaines dates, pulvérisations de nicotine pure à raison de 200 grammes par hectolitre en solution savonneuse à 2 p. 100. Ces dates, en Roumanie par exemple, sont fixées au 1er juin, 15 juin, 1er juillet et 1er-10 septembre.

En même temps, des mesures législatives interdisent le transport des plants attaqués et la sortie de tous les végétaux hors des aires contaminées, qui restent, en Yougoslavie, placées sous le contrôle de l'État. Les produits de pépinières sont obligatoirement soumis à l'action du gaz cyanhydrique.

En Roumanie et en Yougoslavie on a utilisé des fumigatoriums, disposés aux abords des vergers ou des pépinières.

Ce sont des chambres construites en briques, en tôle ou en ciment et dont le volume intérieur est de 20 à 25 mètres cubes. On a de même employé des coffres de 4 à 5 mètres de longueur et de 0 m. 80 à 1 mètre de largeur et de profondeur. Après y avoir introduit les plantes, on y injecte un cyanure de calcium ou tel autre produit cyanogène à l'aide d'une soufflerie spéciale. Les opérations ont lieu du mois d'août à fin février, c'est-à-dire hors des époques de floraison et de fructification. On choisit un temps sec, à température favorable, entre 3° et 22° C. Les plants traités à racines nues ne souffrent généralement pas, pour peu que l'on tienne compte de leur ressuyage et de l'humidité ambiante.

L'avenir montrera quelle efficacité réelle auront eu les traitements effectués en Europe Centrale.

Aux États-Unis, la lutte contre *Q. perniciosus* continue. Dans les vergers immenses, la cochenille n'est jugulée qu'au prix d'efforts incessants.

Tant il est vrai que la défense des cultures n'est qu'une longue patience.

VII. Conclusions.

1° Aux États-Unis d'Amérique, on a employé, dans la lutte contre la cochenille de San José, d'abord des bouillies sulfocalciques, puis les huiles minérales. Actuellement on utilise des produits commerciaux à base d'huiles blanches.

La résistance de l'insecte est telle, qu'il est nécessaire d'appliquer plusieurs traitements consécutifs d'hiver et d'été.

2° En Europe Centrale, on applique plus particulièrement des pulvérisations hiver-

nales à base d'huiles de houille, complétées au printemps par des traitements nicotines.

3° En ce qui concerne la fumigation des produits de pépinière et des fruits susceptibles de porter l'insecte, on a surtout employé le gaz cyanhydrique.

Les recherches de ces dernières années ont montré l'efficacité d'autres produits, notamment l'hydrogène sulfuré, l'oxyde d'éthylène et enfin le bromure de méthyle.

BIBLIOGRAPHIE.

ABBOTT (W. S.). — Determining the effectiveness of dormant treatments against the San José Scale. (*Journ. Econ. Entom.*, vol. 19, p. 858, Geneva 1926.)

ABBOTT (W. S.), CULVER (J.-J.) & MORGAN (W. J.). — Effectiveness against the San José Scale of the dry substitutes for liquid lime-sulphur. (*U. S. Dept. Agric.* Bull. 1931, Washington 1926.)

ACKERMANN (A. J.). — Preliminary report on Control of San José Scale with lubricating-oil emulsion. (*U. S. Dept. Agr.* Bull. n° 263, Washington, juin 1923.)

BAERG (W. J.). — Spraying for San Jose Scale. (*Arkansas Agric. Exp. Sta.* La Fayetteville, Bull. 177, nov. 1921.)

BELACHOWSKY (A.) & MESNIL (L.). — Les insectes nuisibles aux plantes cultivées. (T. I, p. 379, t. II, p. 1807 et sq. Paris, 1936.)

BELTYAVSKAIA (A. F.). — Rapport de A. N. KIRICHENKO sur le Pou de San José en U. R. S. S. (*Rev. Appl. Entom.*, vol. 26, p. 306, Londres, 1938.)

BERAN (F.). — *a*. Blausaüre begasung von Obst. (*Neuheiten Pflanzensch.*, vol. 26, p. 73, Vienne, août 1933.)

— *b*. Die Wirkungsweise von Obstbaum Karbolineumemulsionen mit besonderer Berücksichtigung der Anwendungstemperatur. (*Nachrichtenblatt deutsch. Pflanzenschutzdienst*, n° 19, p. 25, Berlin, 1939.)

BORDEN (A. D.) & HENSILL (G. S.). — A method of studying comparative oil deposits of proprietary oil emulsions. (*Journ. Econ. Ent.*, vol. 27, p. 834, Geneva 1934.)

BORDEN (A. D.). — The tank-mixture method for dormant oil spraying of deciduous fruit trees in California. (*Bull. Calif. Agr., Expt. Sta.* n° 579, Bekerley, juillet 1934.)

BRUNETEAU (J.). — La protection contre le Pou de San José (*A. perniciosa* COMST). [*Journ. de la lutte chimique contre les ennemis des cultures*, vol. 38, Paris oct. 1937.]

COQUILLETT (D.W.). — *a*. Report Dept Agr. for the year of 1887-1888, Washington, p. 123.

— *b*. Report on the Australian Insects sent by Albert Koebele to Ellwood Cooper and B. M. Lelong. (*Insect Life*, vol. 5, p. 251, Washington, 1892.)

CROWLEY (D. J.). — The cultivated Cranberry in Washington. (*Bull. Washington St. Agr. Expt. Sta.* n° 349, Pullmann, juillet 1937.)

FARI (L.) & FARI (L.). — Sur le traitement des arbres fruitiers avec les Carbolineums et sur la lutte contre la cochenille de San José (en hongrois). *Rev. Appl. Ent.*, vol. 23, p. 339, Londres, 1935.]

FARRAR (M. D.). — The effect of Petroleum oil Sprays on insects and plants (*Illinois Nat. Hist. Surv.* Bull. n° 21, Urbana, nov. 1936.)

FOTIDAR (M. R.) & RAINAJ (J. L.) San José Scale in Kashmir and its control. (Karachi, 1936, in *Rev. Appl. Ent.*, p. 692, 1936.)

GENTNER (L. G.) & NORRIS (R. K.). — Dormant Sprays and their use for the control of Insect pest of fruit trees in the Rogue River Valley. (*Sta. Bull. Oregon Agric. Expt. Sta.*, n° 321, Corvallis, december 1933.)

GINSBURG (J. M.) & DRIGGERS (B. F.). — Coaltar distillates in dormant sprays on Apple trees. (*Journ. Econ. Ent.*, n° 31, p. 393, Menasha, 1938.)

HARTZELL (F. Z.) & PEARCE (G. W.). — Tentative Standard Concentration of Tar distillates for certain insects (*Journ. Econ. Ent.*, vol. 27, p. 453, Geneva, 1934.)

HOUGH (W. S.). — *a.* The efficiency of tar distillate Sprays in controlling San José and Scurfy Scales in 1931 (*Journ. Econ. Ent.*, vol. 25, p. 613, Geneva, 1932.)

— *b.* The efficiency of tar distillate sprays in controlling San José Scale in 1932. (*Journ. Econ. Ent.*, vol. 26, p. 470, Geneva, april 1933.)

— *c.* Dormant Sprays for Virginia Orchards. (*Virginia Fruit*, n° 26, p. 134, Staunton, janv. 1938).

HOUSER (J. S.). — The care of Samples used in scoring the results of dormant sprays for San José Scale. (*Journ. Econ. Ent.*, vol. 19, p. 94, Geneva 1926.)

HURT (R. H.). — Tar oil distillates as dormant sprays materials for fruit trees. (*Bull. Virginia Agric. Expt. Sta.*, n° 293, Blacksburg, decembre 1933.)

IMMS (A. D.). — Recent advances in Entomology, p. 243, Londres 1931.

IVANOVA (N. A.). — Extrait, in *Rev. Appl. Ent.* p. 577, 1936.

JARVIS (C. D.). — *Storrs Agric. Expt. Sta.*, Bull. 54, p. 169, 1908.

KAGY (J. F.). — Laboratory method of comparing the toxicity of substances to San José Scale. (*Journ. Econ. Ent.*, vol. 29, p. 393, Menasha, 1936.)

KAGY (J. F.) & RICHARDSON (C. H.). — American Association of Economic entomologists. (*Journ. Econ. Ent.* vol. 29, p. 1, Menasha, 1936.)

KORCHAGIN (V. N.). — Study of the biology and ecology of the San José Scale in the Slavjansk region. (In *Rev. Appl. Ent.*, vol. 25, p. 148, Londres, 1937.)

KOVATCHEVITCH (J.). — Die San José Laus in Jugoslawien. (*Wien. Landw. Zeit.*, n° 87, p. 53, Vienne, 1937.)

LEPIGRE (A. L.). — L'emploi des gaz insecticides pour la désinfection des plantes. (*Bull. Soc. Encouragement pour l'Industrie Nat.*, p. 437, Paris, septembre 1937.)

MACKIE (D. B.). — Methyl bromide. Its expectancy as a fumigant. (*Journ. Econ. Ent.* n° 31, p. 70, Menasha 1938.)

MARCHAL (P.). — Les Sciences biologiques appliquées à l'Agriculture aux États-Unis. (*Ann. Epiph.*, t. III, p. 109 et 331, Paris, 1916.)

MARLATT (C. L.). — *a.* The San José Scale or chinese Scale. (*U. S. Dept. Agric.*, Bull. n° 62, 1906.)

— *b.* Report 1929-1930 of the chief of the bureau of Entomology, Washington, 1930.

MELANDER (A. L.). — *a.* Can Insects become resistant to sprays? (*Journ. Econ. Ent.*, vol. 7, p. 167, 1914.)

— *b.* The San José Scale Insect. (*State Agric. Expt. Sta.*, Pop. Bull. n° 78, Pullmann, Washington 1915.)

— *c.* Varying susceptibility of the San José Scale to Sprays. (*Journ. Econ. Ent.*, vol. 8, p. 475, Concord, oct. 1915.)

— *d.* Tolerance of San José Scale to Sprays. (*Washington, Agric. Expt. Sta.*, Bull. 174, Pullmann, février 1923.)

NEKRASOVA (Z. N.). — Field tests of Hydrogen Sulfide as a control of the San José Scale. (*Rev. Appli. Ent.*, vol. 26, p. 481, 1938.)

NEWCOMER (E. J.) & YOTHERS (M. A.). — *a.* Sterility in the San Jose Scale. (*Journ. Econ. Ent.*, vol. 22, p. 821, Geneva, 1929.)

— *b.* Experiments for the control of the San José Scale with lubricating oil emulsions in the Pacific Northwest. (*U. S. Dept. Agric.*, Bull. n° 175, Washington, sept. 1931.)

O'KANE (W. C.) & CONKLIN (J. G.). — Lime sulphur in relation to San José and Oyster shell Scales. Studies of contact insecticides. (*Techn. Bull. Newhampshire. Agric. Expt. Sta*, n° 40, Durham, mai 1930.)

PHILLIPS (W. R.) & MONRO (H. A. U.). — Methyl bromide injury to apples. (*Journ. Econ. Ent.*, vol. 32, p. 344, Menasha, 1939.)

PHILLIPS (W. R.), MONRO (H. A. U.) & ALLEN (C. E.). — Some observations on the fumigation of apples with methyl bromide. (*Sci. Agric.*, n° 19, p. 7, Ottawa, 1938.)

PORTER (B. A.) & SAZAMA (R. F.). — Influence of Bordeaux mixture on the efficiency of lubricating oil emulsions in the control of the San José Scale. (*Journ. Agric. Res.* vol. 11, p. 755, Washington, 1930.)

QUAINTANCE (A. L.). — *a*. Fumigation of apples for the San José Scale. (*U. S. Dept. Agric.*, Bull. n° 84, Washington, 1909.)
— *b*. The San José Scale and its control. (*U. S. Dept Agric.*, Bull. 124, Washington 1910.)
— *c*.) *Farmer's Bull.*, n° 492, Washington 1912.

REGAN (W. S.). — The present status of oil spraying in the Northwest. (*Journ. Econ. Ent.*, vol. 19, p. 86, Geneva, février 1926.)

ROLFE (W. A.). — San José Scale, Winter spraying experiments at Shepparton. (*Journ. Dept. Agric. Victoria*, vol. 21, nr 7, p. 326, Melbourne, 1933.)

SACHTLEBEN (H.). — Die San José Schildlaus. (*Biol. Reichsanstalt f. Land und Forstwirt.*, n° 112-123, mars 1933.)

SAVULESCU (Tr.), ARONESCU (A.), SANDU-VILLE (C.) & ALEXANDRI. (Al). — Starea Fitosanitara in Romania in anul 1934-1935. (*Inst. de Cercetari Agronomice al Romaniei.*, p. 92, Bucarest, 1936.)

SHTEINBERG (G. A.). — Hydrogen Sulphide as Fumigant in San José Scale Control. (*Rev. Appl. Ent.*, vol. 25, p. 149, Londres, 1937.)

SNAPP (O. I.) & THOMSON (J. R.). — Worn out motor oil for the control of the San José Scale. (*Journ. Econ. Ent.*, vol. 26, p. 511, Geneva 1933.)

STANLEY (W. W.), MARCOVITCH (G.) & ANDES (J. O.). — Report on the use of creosote oil to control San José Scale and Peach leaf curl. (*Phytopathology*, n° 7, p. 837, Lancaster, juillet 1934 et *Journ. Econ. Ent.*, n° 27, p. 785, Geneva, 1934.)

SWEETMAN (H. L.). — The biological control of insects. Ithaca, 1936.

SWINGLE (H. S.) & SNAPP (O. I.). — Petroleum oil and oil emulsions as insecticides, and their use against the San Jose Scale on peach trees in the South. (*Techn. Bull.* n° 253, Washington, juillet 1931.)

Van POETEREN (N.). — *Tijdschrift over plantenziekten*, vol. 18, p. 132, 1912 et vol. 19, p. 12, 1913.

THEOBALD (F. V.). — The insect and other allied pest of orchard, bush and hothouse fruits, p. 515, Londres, 1909.)

THORPE (W. H.). — Biological races in Insects and Allied groups. (*Biol. Rev.*, 5, p. 177, Cambridge, juillet 1930.)

WAHL (B.). — *a*. Einschleppung der San José Schildlaus in Mitteleuropa. (*Wien. Landw. Zeit.*, n° 22, p. 171, Vienne, 18 mai 1932.)
— *b*. Die San José Laus (*A. perniciosus*) und deben Auftreten in Europa. (*5e Congrès Intern. Ent.*, t. II, p. 693, Paris, 18-24 juillet 1932.)

WATZL (O.). — *a*. Beobachtungen über den Lebenslauf der San José Schildlaus in Mitteleuropa. (*Zeit. Pflanzenkrankh.*, vol. 45, n° 6-7, p. 377, Stuttgart, 1935.)
— *b*. Entwicklungsdaten, Bekampfbarkeit und Schadenbedeutung der San Jose Schildlaus. (*Zeitschr. Angew. Ent.*, vol. 25, p. 92, Berlin, 1938.)

WIESMANN (R.). — In Bericht der Eidgenössischen Versuchsanstalt für Obst, Wein und Gartenbau für die Jahre 1931-1934. (*Landw. Jahrb. Schweitz.*, vol. 50, p. 569, Berne, 1936.)

WOGLUM (R. S.). — Fumigation of citrus trees for control of insect pests. (*U. S. Dept. Agr.*, Bull. 1321, Washington, 1923.)

WORTHLEY. (X. N.). — Some tests of sprays materials against San José Scale, at the Penn. State College. (*Penn. St. Hort. Ass. News.*, n° 1, p. 22, mars 1932.)

REMARQUES SUR LES DÉGÂTS DU POU DE SAN JOSÉ

par P. Nepveu,
Chef de Travaux,
Chef du Laboratoire de campagne pour l'étude du Pou de San José.

La diminution de poids de la récolte est le trait le plus démonstratif qui permette de mesurer l'influence des insectes nuisibles aux cultures. En ce qui concerne le Pou de San José et les arbres fruitiers cette mesure est délicate et l'on doit y renoncer. En effet, la contamination est très hétérogène, non seulement dans toute l'étendue d'un verger, mais d'un arbre à l'autre, et surtout d'une branche à l'autre. Les moyennes établies sur un grand nombre de sujets ne rendent donc pas compte de la nature exacte du phénomène : il faut donc procéder à des mesures individuelles, et prendre des moyennes sur des périodes assez longues.

Mais alors on se heurte à des difficultés d'un autre ordre, qui tiennent à l'appréciation des différences constatées au cours des pesées. Dans un verger sain, d'un arbre à l'autre, et parfois sans cause très apparente, les quantités de fruits produites présentent des écarts notables, qui s'accentuent encore lorsque les insectes ou les maladies se développent.

D'une mesure plus facile, et plus démonstrative est la méthode suivante. On peut l'exercer sur un nombre restreint de sujets; elle permet de faciliter la notation par un chiffre de la diminution de vigueur d'un arbre contaminé, pour un verger déterminé.

Grâce aux mesures présentées ici on pourra se rendre compte d'une façon précise du danger redoutable que présente pour les cultures de pêchers de la vallée de la Siagne l'attaque dù Pou de San José. On peut, en effet, comparer la vigueur de séries traitées convenablement aux huiles blanches avec celle d'une série particulièrement atteinte et vers laquelle évolueraient normalement toutes les plantations si elles n'étaient pas traitées. On y voit les mêmes dégâts que ceux qui ont été constatés dans les vergers du monde entier tant qu'aucune mesure de contrôle de l'insecte n'a été prise. La virulence du parasite n'a pas diminué. Et cela démontre la valeur des pulvérisations aux huiles blanches auxquelles procède le Ministère de l'Agriculture dans la sauvegarde de cette région fruitière.

Condition des observations.

Les examens ont porté sur une plantation de pêchers de la vallée de la Siagne (Alpes-Maritimes). Cette plantation est âgée de 10 ans. La bonne tenue des pêchers de cet âge

aux atteintes récentes du Pou de San José doit donner des résultats plus nuancés que ceux tirés de sujets plus jeunes, sur lesquels le parasite se multiplie si vite et si dangereusement.

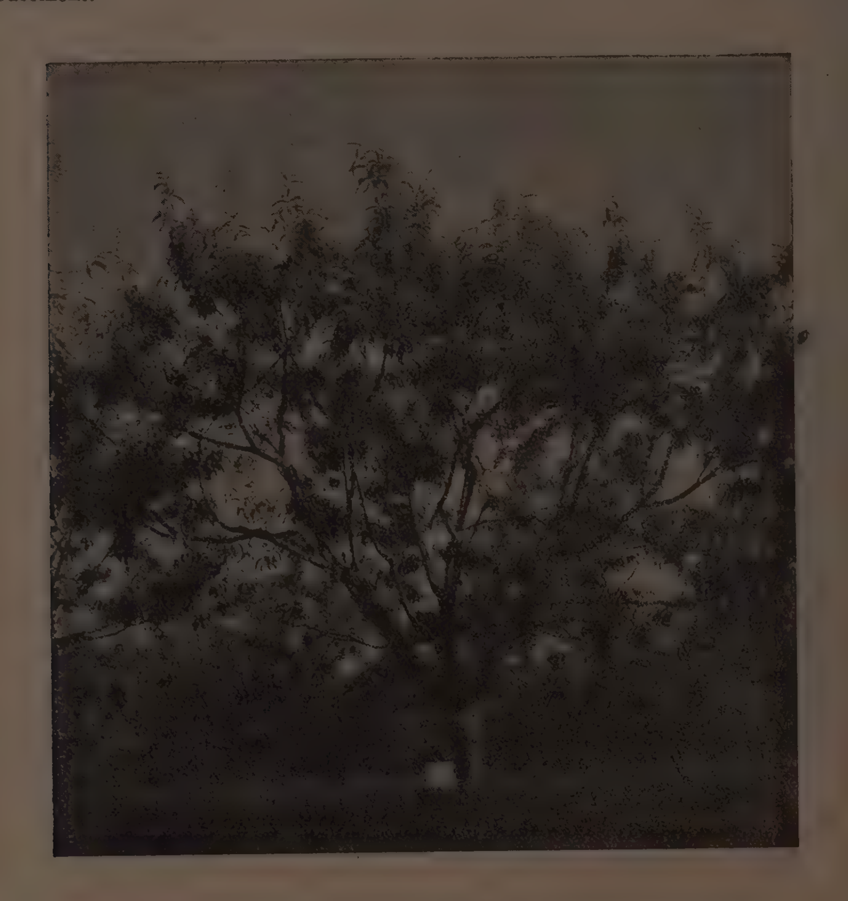


Fig. 1. — Aspect de la série 1.

Pêchers contaminés faiblement l'année même et qui n'ont pas reçu depuis deux ans de traitements aux huiles. Ces arbres sont utilisés comme témoins de végétation.

On a choisi pour cette étude des May Flower poussant dans les mêmes conditions extérieures, et aussi voisins les uns des autres que possible sur le terrain. Le volume apparent était dans chaque cas du même ordre de grandeur.

Les arbres choisis ne devaient en somme différer entre eux que par leur degré de contamination et les conséquences qui en découlent. Dans ces conditions l'examen de la vigueur de la végétation donne des résultats instructifs sur la nuisibilité du Pou de San José.

Par suite de la généralisation des pulvérisations aux huiles blanches dans la vallée de la Siagne, les pêchers étudiés ont été répartis en trois séries. D'après l'historique de

leur contamination, dont les variations tiennent pour une large part aux traitements insecticides des années précédentes, ils ont été groupés ainsi :

Série n° 1. — Pêchers contaminés faiblement l'année même et qui n'ont pas reçu depuis deux ans de traitements aux huiles. Ces arbres sont utilisés comme témoins de végétation;

Série n° 2. — Ce sont les mêmes arbres que ci-dessus mais contaminés faiblement depuis trois ans, temps depuis lequel également ils reçoivent régulièrement des pulvérisations aux huiles blanches. Cette série nous offre le modèle d'à peu près toutes les plantations de la vallée de la Siagne;



Fig. 2. — Aspect de la série 2.

Ce sont les mêmes arbres que ci-contre mais contaminés faiblement depuis trois ans, temps depuis lequel également ils reçoivent régulièrement des pulvérisations aux huiles blanches. Cette série nous offre le modèle d'à peu près toutes les plantations de la Siagne.

Série n° 3. — Ce sont des pêchers fortement contaminés depuis deux ans, et dont la contamination est cependant plus ancienne que pour la série précédente. Pour une

cause accidentelle les pulvérisations n'ont pas été faites l'année de la mesure, ce qui rendait l'examen de ces arbres particulièrement précieux.

Le tableau suivant résume ces diverses données :

Traitements insecticides et contamination des trois séries.

CAMPAGNE.	SÉRIE 1.		SÉRIE 2.		SÉRIE 3.	
	TRAITEMENT insecticide.	DEGRÉ de contamination [1].	TRAITEMENT insecticide.	DEGRÉ de contamination [1].	TRAITEMENT insecticide.	DEGRÉ de contamination [1].
39-40	Néant.	0	Huile 3 p. 100	1	Huile 3 p. 100	2 et 3
40-41	Néant.	0	Huile 3 p. 100	1	Huile 3 p. 100	2 et 3
41-42	Néant.	1	Huile 3 p. 100	1	Néant.	3 et 4

(1) L'intensité de la pullulation a été arbitrairement divisée en 4 degrés de contamination, dont les termes typiques sont les suivants :
1er degré : quelques boucliers de Pou de San José disséminés et éloignés en moyenne de plus de 10 centimètres;
2e degré : boucliers distants en moyenne de 1 à 10 centimètres;
3e degré : petits îlots densément peuplés autour d'un œil, dans une anfractuosité, etc., et séparés par des intervalles du 2e degré;
4e degré : grandes plaques d'encroûtement densément peuplées.

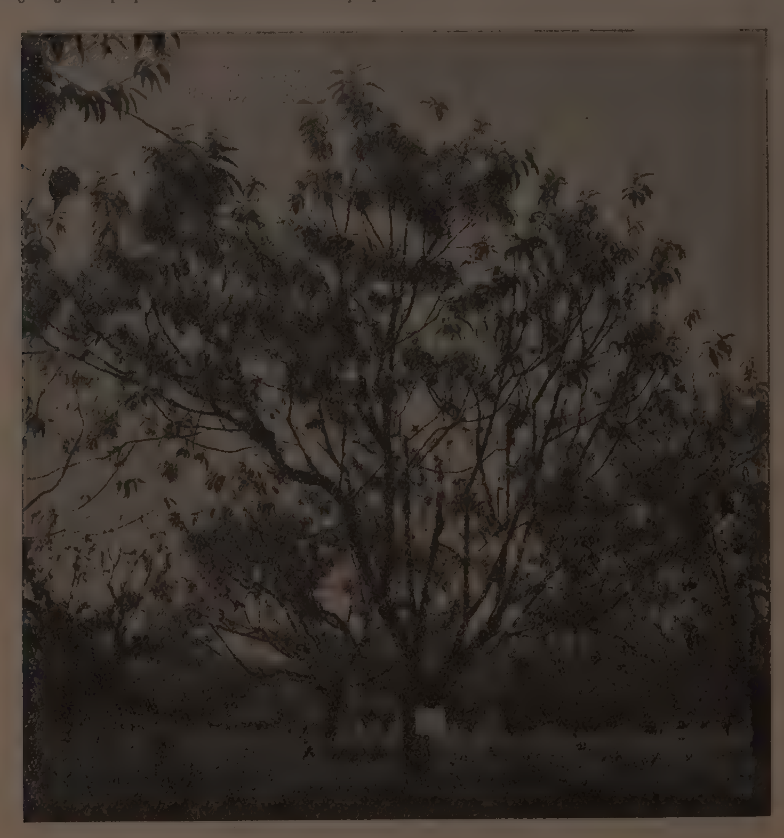


Fig. 3. — Aspect de la série 3.

Ce sont des pêchers fortement contaminés depuis deux ans, et dont la contamination est cependant plus ancienne que pour la série précédente. Pour une cause accidentelle les pulvérisations n'ont pas été faites l'année de la mesure, ce qui rendait l'examen de ces arbres particulièrement précieux.

Aspect de la végétation dans chaque série.

L'examen est fait en juillet 1942. Les différences entre les séries 1 et 2 sont apparemment faibles ou nulles. Cela ressort des photographies ci-contre. La végétation est drue et bien fournie, les pousses sont vigoureuses, le bois mort est rare.

La série 3 est très contaminée. On constate d'un arbre à l'autre de grandes différences de végétation, et même d'une coursonne à l'autre : sur le même arbre les écarts



Fig. 4. — Aspect de la série 3 (sujet A).

sont considérables. A l'examen cela est toujours lié à une pullulation locale plus forte du Pou de San José, en l'absence de tout autre parasite entomologique ou cryptogamique. Nous choisirons dans cette série pour les examiner deux types de végétation, l'un au 3e et l'autre au 4e degré.

Cela nous donnera 4 sujets typiques à examiner : sujet n° 1 pour la série 1 ; sujet n° 2 pour la série 2 et pour la série 3 les sujets 3A et 3B (voir les photos).

Méthode d'examen.

Les mesures furent effectuées au début de juillet, aux premiers signes de l'arrêt estival de végétation, mais une quinzaine de jours avant que les feuilles ne commencent à tomber par suite de la sécheresse.



Fig. 5. — Aspect de la série 3.

Dans chaque série on a choisi un pêcher particulièrement représentatif, montrant de bons caractères moyens au point de vue de la végétation et de la contamination.

L'état de la végétation est mesuré en détail plus loin ; voici l'état de la contamination de ces quatre sujets :

Sujet n° 1. — Premier degré dans l'ensemble ;
Sujet n° 2. — Premier degré dans l'ensemble et second très localisé, par place ;
Sujet n° 3A. — Troisième degré dans l'ensemble, et quatrième par place ;
Sujet n° 3B. — Encroûtement généralisé, bois mort assez abondant.

La contamination est un peu plus forte qu'à l'examen hivernal, ce qui est parfaitement normal : le Pou de San José s'est multiplié durant le printemps. A l'époque des mesures la seconde génération commence d'apparaître.

Les mesures faites ont été les suivantes :

Mesure de la longueur des pousses de l'année ;
Mesure de la surface foliaire de certaines pousses de l'année ;
Mesure de la surface du bois de plus de 2 ans.



Fig. 6. — Aspect de la série 3 (sujet B).

Comme on a choisi des arbres du même âge, présentant un volume global comparable, la surface du bois de plus de 2 ans offre un élément commode pour rapporter les autres dimensions à un facteur statural propre à chaque arbre et qui ne subit pas le contre-coup immédiat des atteintes parasitaires.

Résultats des mesures.

A. *Mesure des pousses de l'année.*

1. Longueur moyenne :

La longueur des pousses de l'année est mesurée en place, en prenant à la règle les longueurs de toutes les pousses de l'une des branches charpentières (soit environ 1/3, 1/4 ou 1/5e de l'ensemble de l'arbre).

Le tableau suivant résume les résultats :

SUJET.	LONGUEUR MOYENNE des pousses.	NOMBRE de MESURES.	NOMBRE de CHARPENTIÈRES.
N° 1	10 cm.	323	5
N° 2	14,9 —	369	4
N° 3 A	6,1 —	414	3
N° 3 B	4 —	210	3

2 Fréquence des longueurs des pousses :

L'examen des courbes nous révèle de grosses différences.

Les sujets n°s 1 et 2 montrent des courbes très analogues, avec étalement entre 0 et 43 centimètres, et maximum de fréquence pour les longueurs de 10 à 15 centimètres. Un léger ressaut vers 3 centimètres décèle les formations florales de l'année suivante.

Le sujet A de la série n° 3 montre un raccourcissement considérable des fréquences. On a mesuré, sur cet arbre, séparément une branche très peu contaminée et une autre qui l'est moins. Les différences sont nettes. La courbe supérieure est l'addition des deux courbes.

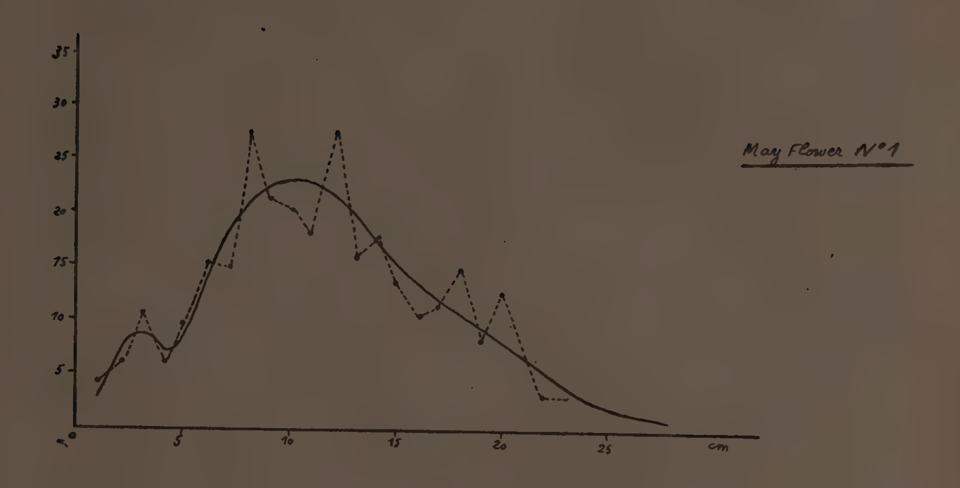
Le sujet B de la série 3, très contaminé, montre une modification complète de la courbe, avec maximum des fréquences pour 2 centimètres, et ensuite une décroissance rapide et continue.

B. *Mesures faites sur les feuilles.*

1. Dimensions linéaires :

Les graphiques montrent la répartition des dimensions foliaires en fonction des longueurs et des largeurs. Dans les sujets peu atteints les feuilles sont plus grandes. La majorité d'entre elles se trouve groupée autour des dimensions suivantes :

SUJET.	LONGUEURS.	LARGEURS.
1	70 à 130 mm.	20 à 30 mm.
2	80 à 140 mm.	25 à 35 mm.
3 A	60 à 110 mm.	15 à 27,5 mm.
3 B	40 à 110 mm.	12 à 25 mm.



Influence du Pou de San José sur la croissance des Rameaux.

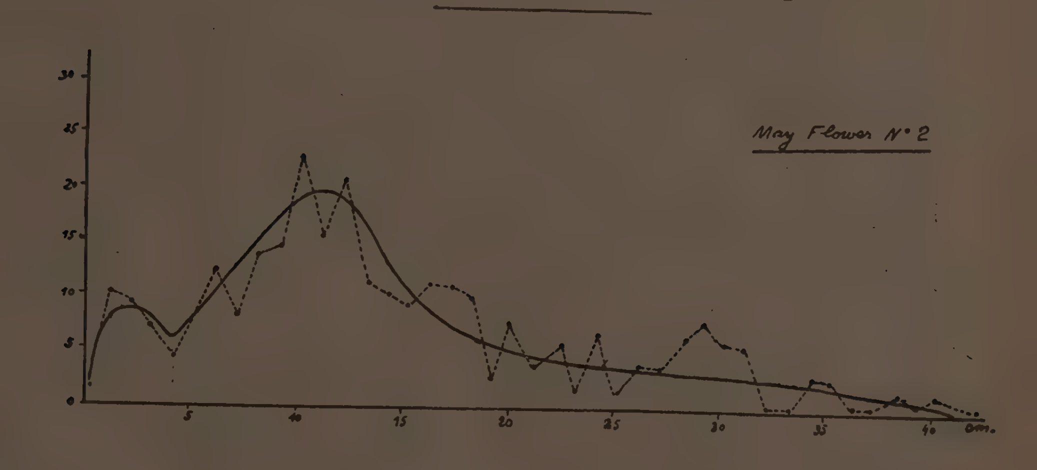


Fig. 7 et 8.

Graphiques indiquant la répartition des longueurs des rameaux (en abscisses les longueurs en cm., en ordonnées le nombre de rameaux mesurés).

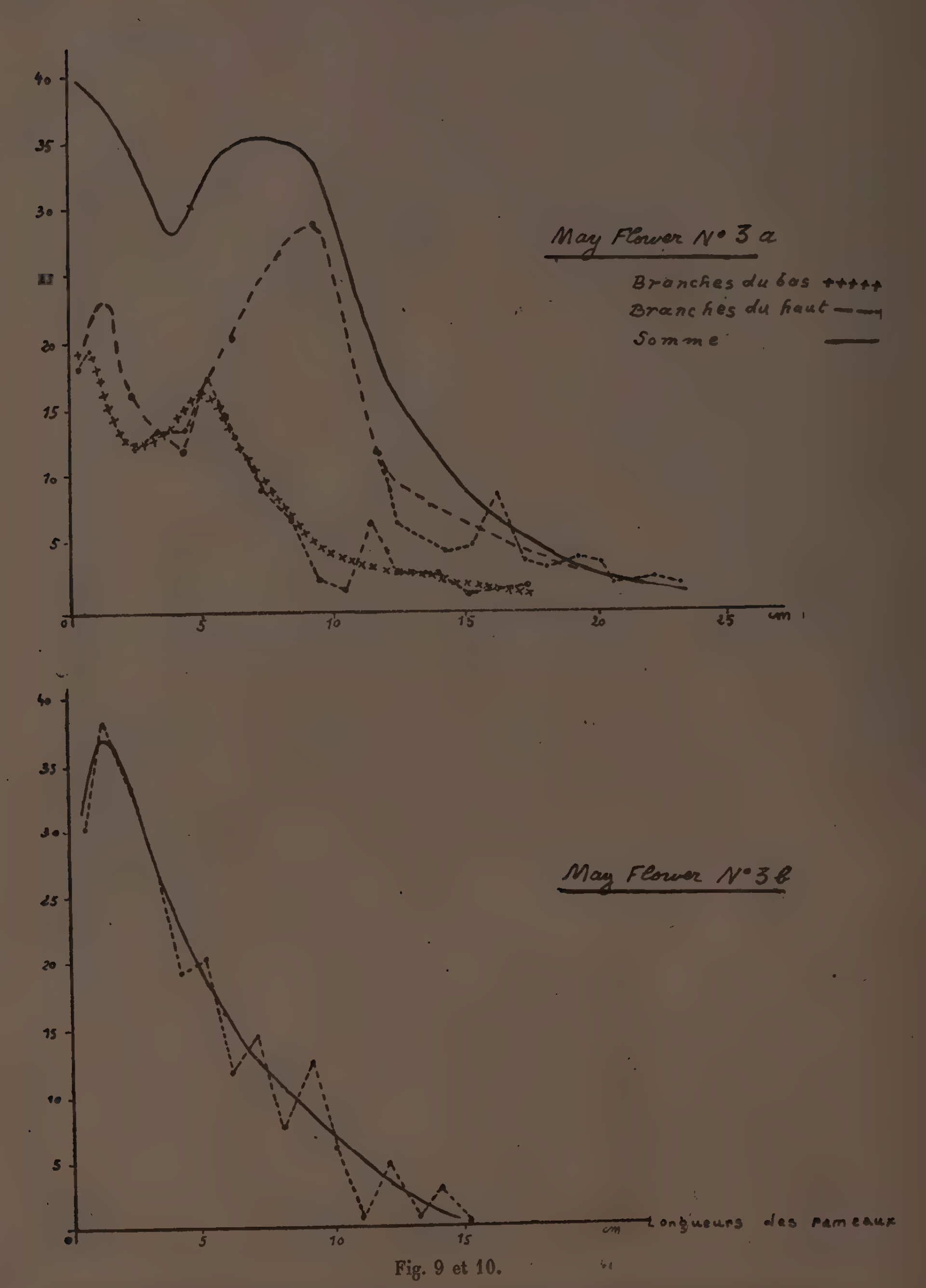


Fig. 9 et 10.

Graphiques indiquant la répartition des longueurs des rameaux (en abscisses les longueurs en cm., en ordonnées le nombre de rameaux mesurés).

2. Surfaces moyennes des feuilles :

Elles ont été calculées en prenant sur les coursonnes examinées des pousses typiques de l'année, choisies selon leur longueur. La dimension des feuilles en effet varie légèrement avec la longueur de la pousse qui la porte, si bien que l'on doit tenir compte des fréquences de chaque longueur et choisir un nombre de pousses bien représentatives en conséquence.

Le tableau suivant indique les résultats :

SUJET.	SURFACES MOYENNES en cm².	NOMBRE DE MESURES.
—	—	—
1	16,3	297
2	22,8	191
3 A	12,9	172
3 B	10,3	132

C. *Indice foliocortical.*

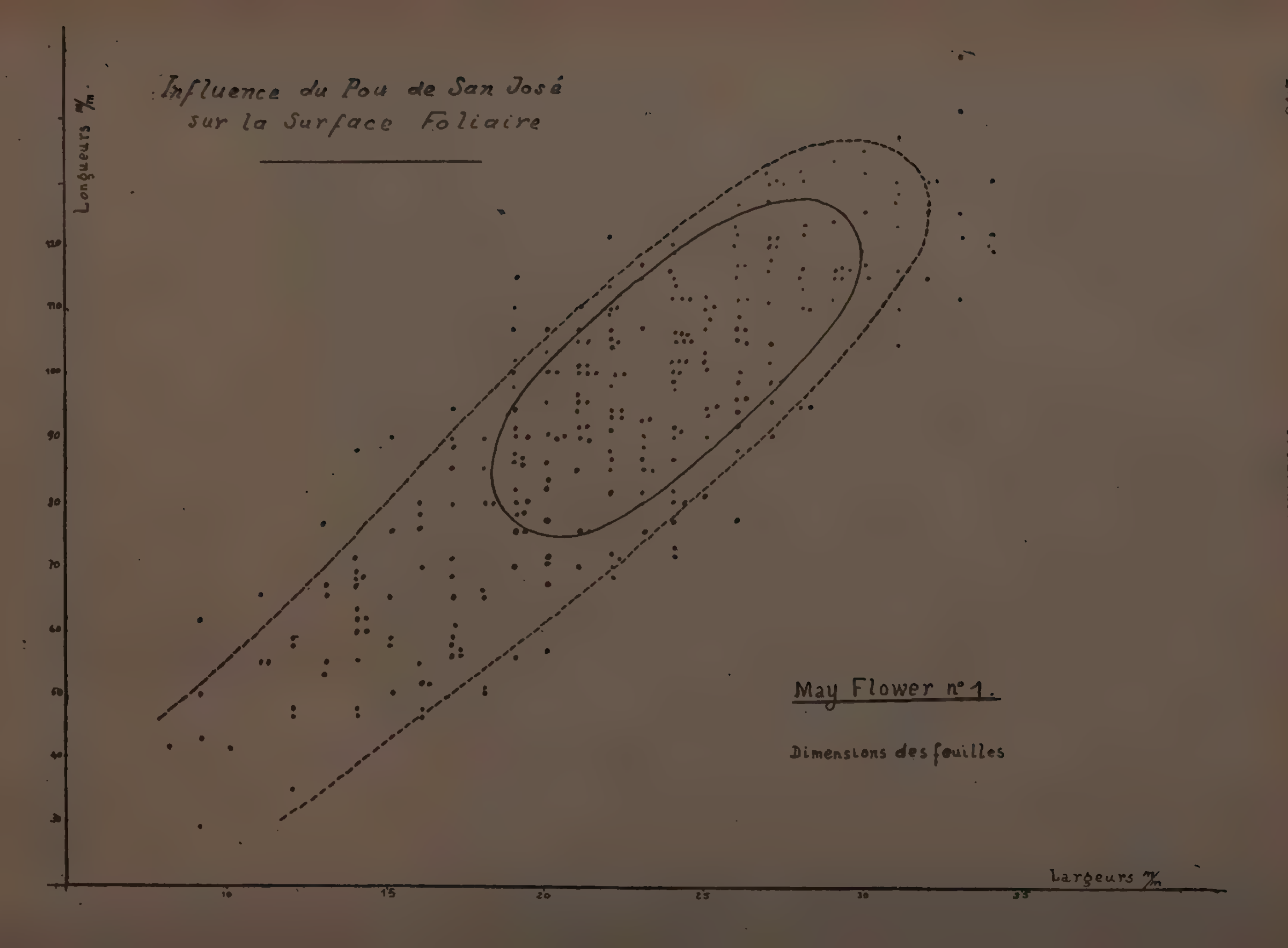
Pour définir, à un moment donné de la végétation l'abaissement de la vigueur de l'arbre on peut rapporter le développement du caractère variable qu'est la surface foliaire totale, à un caractère susceptible seulement de varier faiblement dans le courant de la végétation annuelle : la surface de l'écorce. On peut admettre, toutes conditions égales d'ailleurs, que le rapport de la surface foliaire à la surface corticale, dans un verger homogène où les variations staturales sont faibles, dépend des variations accidentelles (comme une attaque parasitaire) venant modifier la vigueur de la végétation.

Nous pouvons alors définir, pour le cas qui nous occupe, un indice propre à chaque arbre, et qui à une époque déterminée de l'année, varie seulement sous l'influence pathologique du Pou de San José.

Voici le calcul fait pour les sujets précédents :

SUJET.	SURFACE FOLIAIRE cm².	SURFACE CORTICALE cm².	INDICE FOLIOCORTICAL.
—	—	—	—
1	95.540	20.270	4,7
2	124.120	23.310	5,3
3 A	48.570	21.500	2,3
3 B	17.580	18.270	1,0

En comparant entre eux les différents indices obtenus à la même époque on a une mesure précise de l'abaissement de la foliaison de l'arbre. Un abaissement de 50 p. 100 correspond à une intoxication grave compromettant l'évolution du pêcher atteint. L'abaissement au cinquième entraîne la mort du pêcher.


Influence du Pou de San José
sur la Surface Foliaire
May Flower n° 1.
Dimensions des feuilles
Longueurs m/m
Largeurs m/m
10
15
20
25
30
35

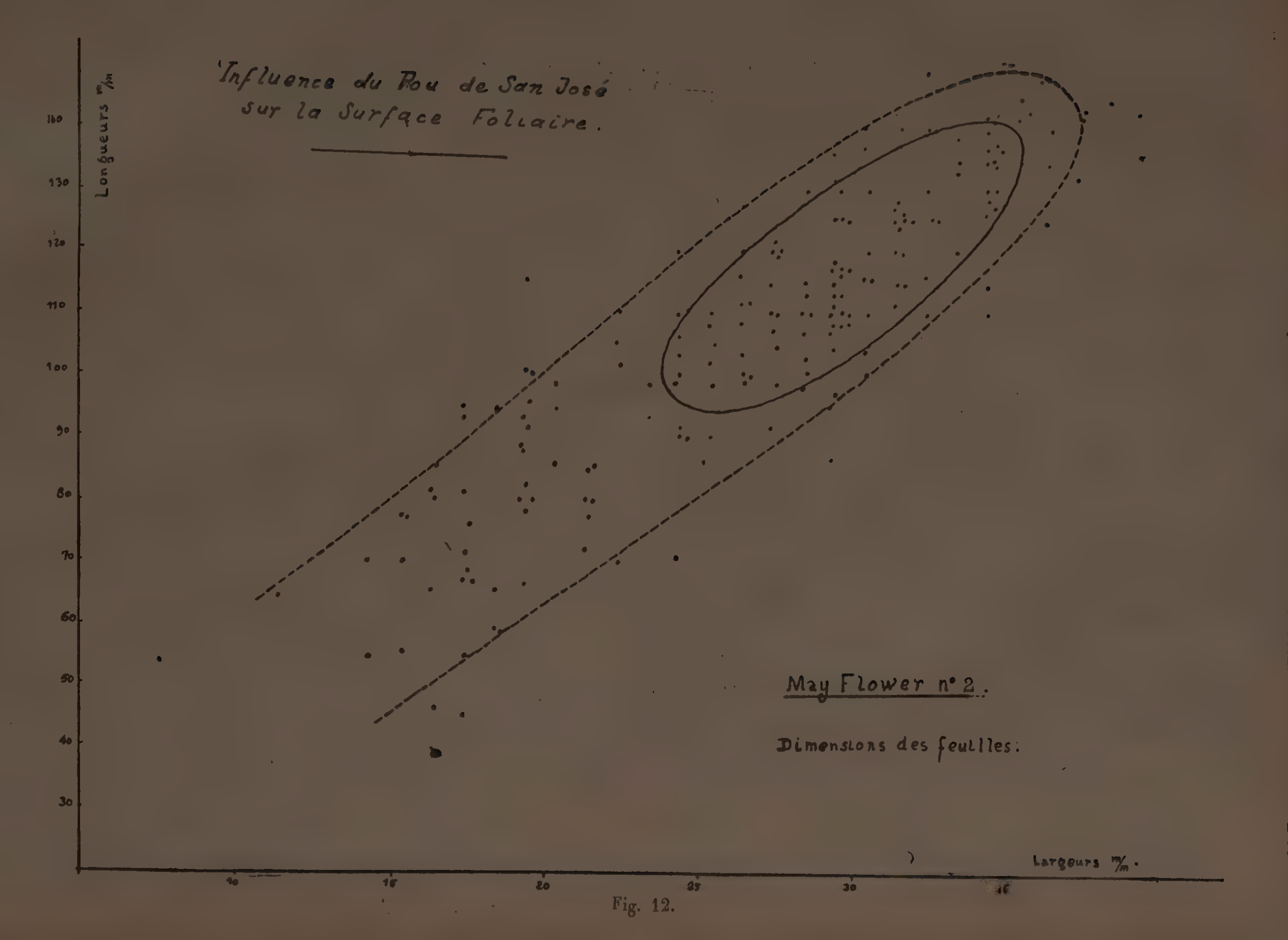

Influence du Pou de San José
sur la Surface Foliaire.
Longueurs m/m
Largeurs m/m
May Flower n° 2.
Dimensions des feuilles:

Fig. 12.

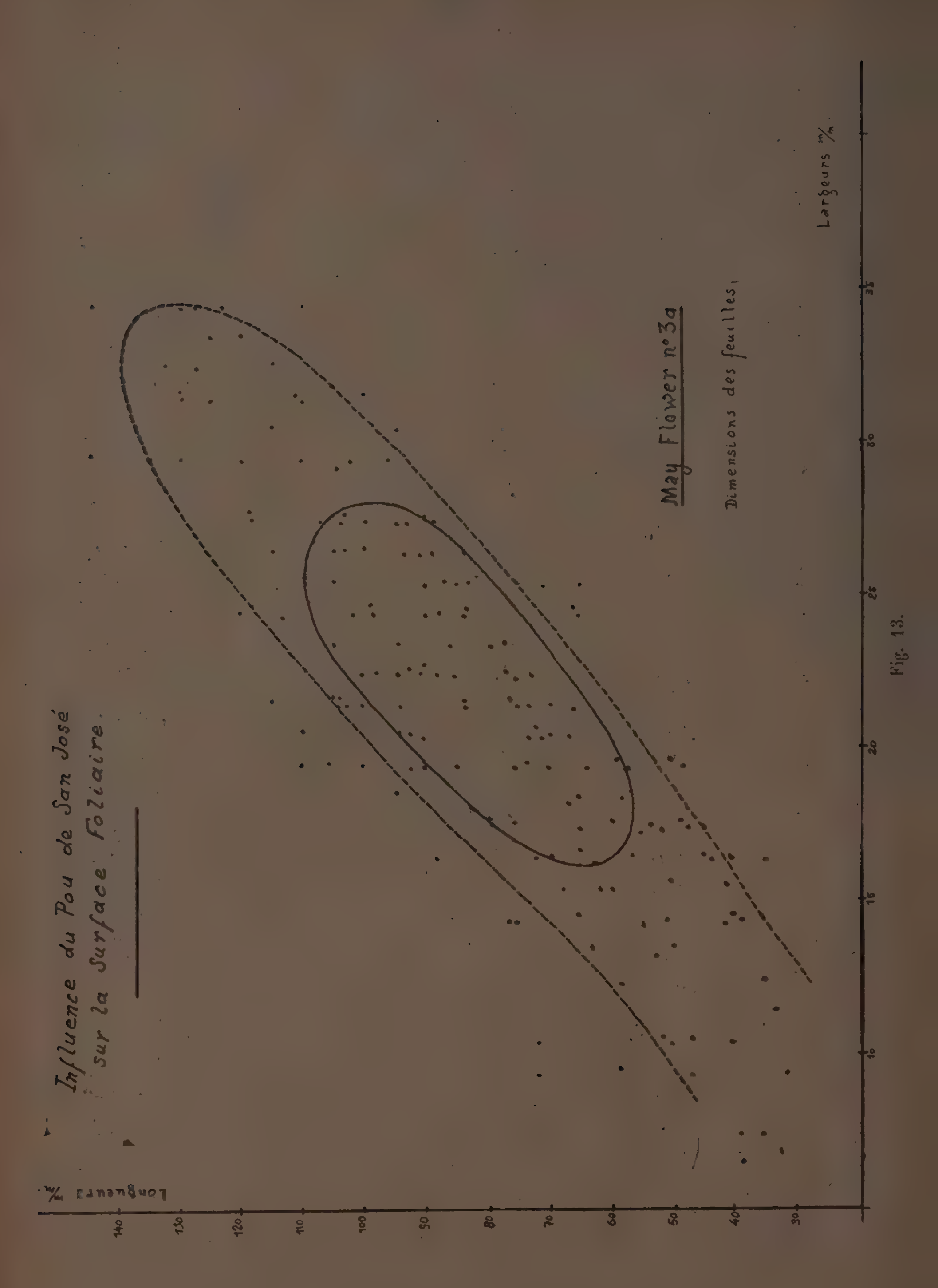

Influence du Pou de San José
sur la Surface Foliaire.
May Flower n° 3a
Dimensions des feuilles.
Longueurs m/m
Largeurs m/m
140
130
120
110
100
90
80
70
60
50
40
30
35
30
25
20
15
10

Fig. 13.

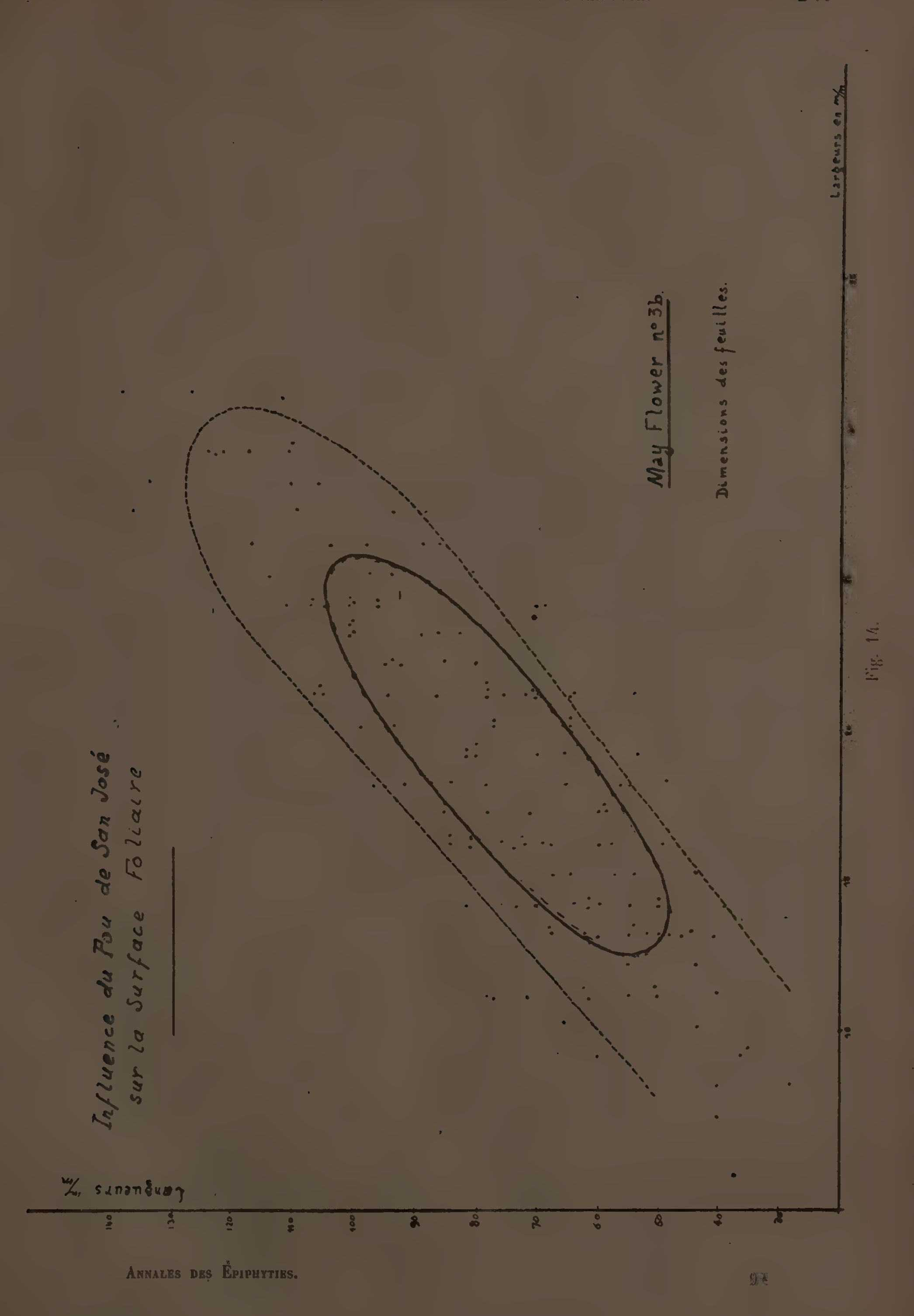

Influence du Pou de San José
sur la Surface Foliaire
May Flower n° 3b.
Dimensions des feuilles.
Largeurs en m/m
Longueurs m/m

Fig. 14.

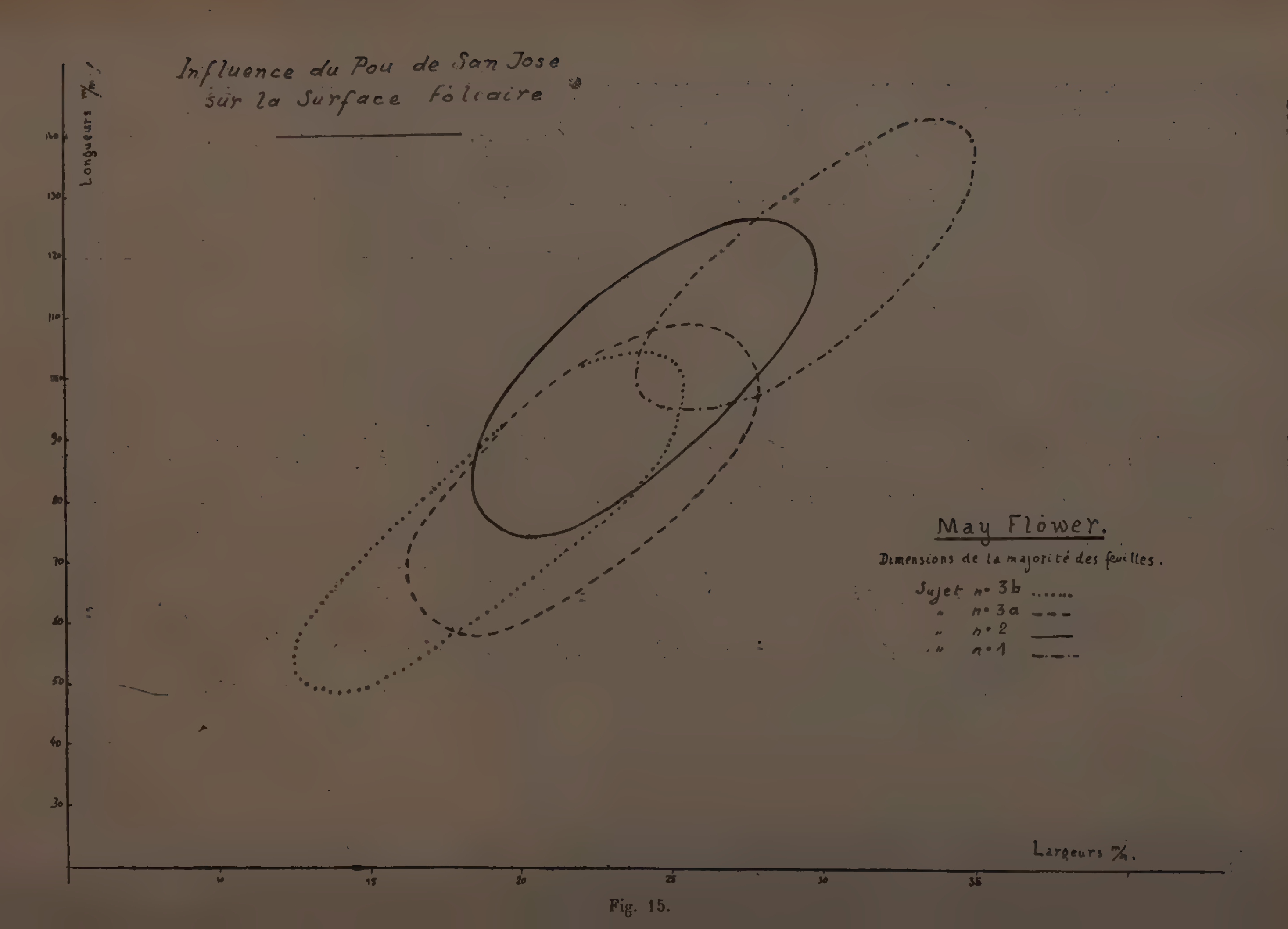

Influence du Pou de San José
sur la Surface foliaire
Longueurs m/m
May Flower.
Dimensions de la majorité des feuilles.
Sujet n° 3b
" n° 3a
" n° 2
" n° 1
Largeurs m/m.

Fig. 15.

CONCLUSION.

1. Dans les conditions climatériques de la région méditerranéenne, l'intoxication du pêcher par le Pou de San José se traduit de la façon suivante :

1° Par une diminution de la longueur des rameaux, plus que de leur nombre si l'attaque n'est pas trop violente;
2° Par une diminution des dimensions de l'ensemble des feuilles;
3° Par un abaissement corrélatif du rapport foliocortical, qui, s'il tombe aux environs du cinquième de sa valeur normale dans le cours de l'année, entraîne la mort de l'arbre.

Le tableau suivant résume les mesures faites au début de juillet :

SUJET.	SURFACE MOYENNE d'une feuille en cm^2.	LONGUEUR MOYENNE d'une pousse en cm.	INDICE FOLIOCORTICAL.
1	16,3	10	4,7
2	22,9	14,9	5,3
3 A	12,9	6,1	2,3
3 B	10,3	5	1

Ces chiffres sont susceptibles de varier légèrement d'une coursonne à l'autre, sous l'action nocive plus ou moins forte du Pou de San José. Les graphiques montrent l'allure de la modification produite qui est capable de porter un préjudice grave aux vergers atteints.

2. Les mesures faites selon la méthode exposée permettent de chiffrer, à un moment donné de l'évolution d'un végétal, l'altération de sa vigueur corrélative de l'établissement d'une intoxication quelle qu'en soit l'origine. Il suffit que cette altération se traduise par une diminution de ses facultés de croissance.

L'indice foliocortical permet d'en donner un énoncé simple, en faisant intervenir stature de la plante, ce qui est important en arboriculture fruitière.

REMARQUES SUR LES TROPISMES

ET PLUS PARTICULIÈREMENT SUR LE PHOTOTROPISME

par P. Grison,

Chef de Travaux à la Station centrale de Zoologie Agricole.

SOMMAIRE.

I. — Introduction.

Les réactions des êtres vivants aux facteurs du milieu ambiant ont été étudiées d'abord par les botanistes au début du siècle dernier.

Les zoologistes n'abordèrent des études analogues que plus tard et parmi eux une place de premier rang revient à Jacques Loeb.

En 1890, Loeb, puis les zoologistes de l'«école mécaniste» qu'il fondait, conçurent les tropismes comme des réactions générales des êtres vivants, réactions permettant selon eux d'expliquer les caractères même de la Vie par des processus physico-chimiques. Loeb écrivait alors : «La même cause qui impose son chemin à une pierre qui tombe, détermine aussi le chemin que suit un papillon qui vient de naître».

A cette conception d'un mécanisme par trop simpliste, s'opposait celle d'un vitalisme

qui empruntait ses arguments à la fois à la spéculation intellectuelle et à l'interprétation souvent anthropomorphique des faits biologiques nous entourant.

Le problème posé par la question des tropismes était le suivant : Y a-t-il pour un organisme *recherche et choix* «conscients» du milieu le plus favorable à son développement et à sa perpétuation?

Ou bien le mouvement vers ce milieu est-il un *mouvement forcé* gouverné par des stimulations purement physico-chimiques?

La définition des Tropismes est très difficile à établir, car chaque nouvelle étude qui ouvre des horizons nouveaux a pour conséquence une revision des définitions antérieures.

Toutefois nous proposons de prendre comme point de départ la définition suivante établie par H. S. Jennings en 1889 [1] :

«Le Tropisme comprend les réactions, motrices ou non, par lesquelles un organisme prend et maintient une orientation définie par le jeu de quelque source externe de stimulation.»

Les biologistes distinguent d'après l'agent externe qui les provoque les principales sortes suivantes de Tropismes : le phototropisme, le géotropisme, le thermotropisme, l'hygrotropisme, le rhéotropisme (orientation par rapport à un courant) le stéréotropisme (ayant pour stimulus le contact) et les chimiotropismes.

Ces derniers se rapportent pour certains auteurs, à l'action de substances chimiques définies, ce qui a l'avantage de faciliter l'expérimentation en en réduisant la portée. Ainsi l'étude entreprise par Jennings sur les Paramécies lui a permis de développer la théorie des *essais et des erreurs;* il est à regretter que l'interprétation psychologique ait affaibli sa valeur positive et facilité les critiques de Loeb et de ses disciples auxquels Jennings voulait s'opposer.

Pour d'autres auteurs, tel Rabaud, les chimiotropismes ne comprennent pas seulement les réactions des organismes aux agents chimiques simples, mais aussi la recherche de la nourriture ou le comportement instinctif des animaux vis-à-vis de substances organiques complexes qui peuvent être même un être vivant.

Considérés ainsi dans le sens le plus large, les chimiotropismes seraient les plus importants, car, plus que tous autres Tropismes, ils se rapporteraient aux grands problèmes que posent les phénomènes de l'adaptation physiologique, de la spécifité parasitaire et de l'évolution des êtres vivants. Malheureusement les travaux expérimentaux sur ce sujet sont rares et de valeur scientifique très inégale malgré l'abondance et la variété des constatations.

Parallèlement aux chimiotropismes une place importante revient au rôle des sens olfactifs et gustatifs des animaux. Mais les études entreprises, notamment chez les insectes, correspondent le plus souvent à de simples faits d'observations, insuffisants pour faire ressortir les caractères et les modalités de l'attraction trophique. D'après une publication récente de Timon-David, un essai important tenté dans ce sens est celui de Raucourt et Trouvelot concernant les caractères chimiques des composants des feuilles de Pomme de terre agissant sur un insecte spécifique de cette plante, le Doryphore.

Enfin, il ne faut pas omettre de citer les belles expériences de Minnich qui a découvert un sens chimique dans les tarses médians des Papillons de Vanesses.

L'étude présentée ici sera limitée seulement au Phototropisme et à l'action de la

Jennings (H. S.). — Rapport présenté au VI[e] Congrès international de Psychologie de Genève.

lumière blanche, ceci pour trois raisons essentielles : 1° le Phototropisme est le tropisme le plus communément et le plus anciennement connu ; 2° la lumière étant l'un des agents physiques les plus maniables a permis d'effectuer des expérimentations relativement nombreuses, variées et détaillées ; 3° la photo-réception ayant une grande importance dans le développement du psychisme animal, biologistes et philosophes depuis J. Loeb se sont intéressés au photopropisme beaucoup plus qu'à tout autre tropisme, et l'ont placé au centre de leurs débats pendant ces cinquante dernières années.

II. — Le Phototropisme végétal.

1. *Tropismes et tactismes*, — Les botanistes établissent une distinction entre *Tropismes* et *Tactismes;* il s'agit de réactions d'orientation dans le cas des Tropismes, de mouvements réels d'organismes libres dans celui des Tactismes.

Les zoologistes utilisent les deux vocables le plus souvent indifféremment, le terme tactisme étant exclusivement employé par les auteurs allemands.

Le phototropisme positif des tiges de végétaux supérieurs est bien connu. L'action unilatérale de la lumière est facilement mise en évidence à l'aide d'un clinostat qui permet d'exposer successivement et lentement toutes les faces d'une jeune tige au stimulus lumineux.

Contrairement aux tiges qui s'orientent parallèllement aux rayons lumineux, la plupart des feuilles s'orientent perpendiculairement : on dit qu'elles sont *photodiatropiques.*

2. *Conditions des réactions.* — Les organes végétaux ne réagissent pas seulement à la *direction* du stimulus mais aussi à son *intensité :* au-dessous d'un certain *seuil,* très variable suivant les espèces, la courbure ou l'orientation n'a plus lieu.

La flexion d'une tige ne se produit qu'après un certain temps d'exposition de l'organe à la lumière ; ce temps minimum nécessaire à l'obtention de la réaction est appelé *temps de présentation* ou seuil de durée (P.). Il est suivi d'un *temps de latence* (L) qui s'écoule depuis la fin de l'excitation jusqu'au début de la réponse.

La somme des temps P. + L. = R représente le *temps de réaction* ou durée comprise entre le début de la stimulation jusqu'au début de la réponse tropique.

D'autre part, le seuil de durée est fonction de l'intensité du stimulus(I) et du temps d'exposition (t). On constate que la quantité d'excitation $Q = It$ est une constante : c'est l'expression même de la loi photochimique de Bunsen-Roscoe.

Cette loi a été démontrée, d'autre part, par Talbot en utilisant une lumière discontinue : les effets des éclats successifs s'additionnent mais le temps de réaction s'allonge de la durée des périodes obscures. Son application a été étendue au phototropisme animal par J. Loeb mais souvent contredite par l'expérience.

3. *Déterminisme des réactions.* — Depuis 1925, les expériences méthodiques entreprises par Went sur la coléoptile d'Avoine ont apporté une énorme contribution à la connaissance du déterminisme de la courbure phototropique.

Cet auteur a d'abord montré que la réponse du végétal se localisait dans l'extrême pointe bien que toute la coléoptile soit photosensible comme Pfeffer l'avait remarqué sur la plantule de *Panicum miliaceum.*

En fait, la photoréaction est réglée par la diffusion de substances de nature hormonale,

les *auxines*, qui conditionnent la croissance des cellules. Went les a bien mises en évidence par des expériences classiques que la fig. 1 schématise en en traduisant les conclusions.



Fig. 1. — Schéma des expériences de Went (d'après R. Combes in La vie de la cellule végétale, t. II).

1-2. Croissance normale.
3-4. — arrêtée par section du sommet.
5-6. — normale reprise si le sommet décapité est remis en place.
7-8. — normale reprise par la substance qui a diffusé dans l'agar-agar.
9-10. — unilatérale par suite de la position du sommet replacé sur une partie de la section.

Or, un tissu soumis à un éclairement intense élabore moins d'auxines que lorsqu'il est exposé à une lumière atténuée; ses cellules s'accroissent donc plus lentement.

En conséquence, un organe soumis à un éclairement unilatéral produit moins d'auxine dans la zone éclairée que dans les régions non éclairées; la zone éclairée s'allonge donc moins que les autres et il en résulte une courbure de l'organe.

Les expériences démonstratrices de Went ont ainsi légitimé l'opinion émise par Blaauw dès 1909 et selon laquelle l'effet primaire de l'énergie lumineuse était une réaction de croissance positive ou négative et la courbure phototropique une conséquence secondaire.

Il y a donc maintenant des raisons de croire que la lumière agit sur la croissance des tissus en réglant l'élaboration et la diffusion des substances dites de croissance, isolées par Kögl en 1934; mais nous ignorons encore par quel mécanisme la modification de l'éclairement se répercute dans le métabolisme jusqu'à la synthèse des auxines.

III. Phototactisme des végétaux inférieurs.

Le phototactisme tel que nous l'avons distingué du tropisme proprement dit, se rencontre plus particulièrement chez les Végétaux inférieurs (zoospores de Chlorophycées, plasmodes de Myxomycètes).

A partir d'un seuil d'intensité lumineux, au-dessous duquel il n'y a pas de réaction, on observe le plus généralement une attraction des végétaux inférieurs aux faibles intensités et une répulsion aux fortes intensités.

Lorsque l'organisme est placé dans un milieu inégalement éclairé, le jeu alternatif des tactismes de signes opposés l'amène nécessairement dans une zone d'intensité lumineuse telle que les mouvements ne sont plus orientés et que Maurice Rose appelle *zone d'indifférence phototactique*.

Ici apparaissent les controverses résultant des conceptions théoriques de Loeb au sujet du rôle prédominant, même exclusif, de la *direction* des rayons lumineux sur le déterminisme de l'orientation phototactique.

Pour d'autres auteurs, c'est l'*intensité* du stimulus qui a le rôle le plus important : l'organisme serait «*photopathique*», terme qui, pour Graber, caractérise une réaction de préférence.

Strassburger, Oltmanns ont cherché à résoudre ce problème chez les végétaux inférieurs en effectuant l'expérience suivante (fig. 2) :

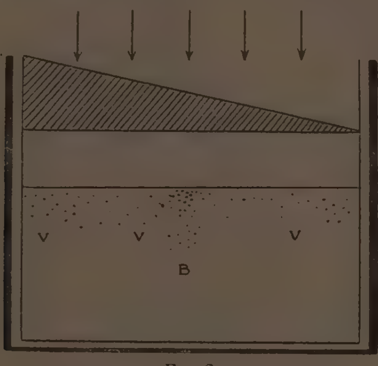


Fig. 2.

Des zoospores de *Volvox* et de *Botrydium* sont soumises à l'action des rayons lumineux d'intensités graduées grâce à leur passage à travers un prisme rempli d'une solution d'encre de Chine gélatinée. Les Volvox se concentrent dans une région d'intensité lumineuse déterminée : ils seraient «photopathiques»; les *Botrydium* (B) se dirigent également vers la source lumineuse mais se répartissent indifféremment dans les zones plus ou moins éclairées, contrairement aux *Volvox* (V).

IV. Phototropismes des protistes.

Nous allons maintenant emprunter à Jennings l'observation des réactions de deux Protistes : un Infusoire cilié, *Stentor coeruleus* (fig. 3) et un Flagellé vert, *Euglena viridis* (fig. 4).







Fig. 3. — *Stentor coeruleus.*

Fig. 4. — *Euglena viridis.*

Les parties photosensibles sont, pour *Stentor*, le péristome antérieur cilié (c) et, pour *Euglena*, le stigma antéro-latéral (S) voisin de la vésicule pulsatile (V. p.).

1. *Réactions du Stentor.* — Le Stentor est phototropique négatif. On peut l'observer nageant en tous sens (fig. 5, *c*) dans la partie obscure d'une cuve en verre éclairée seulement en un endroit par des rayons parallèles.

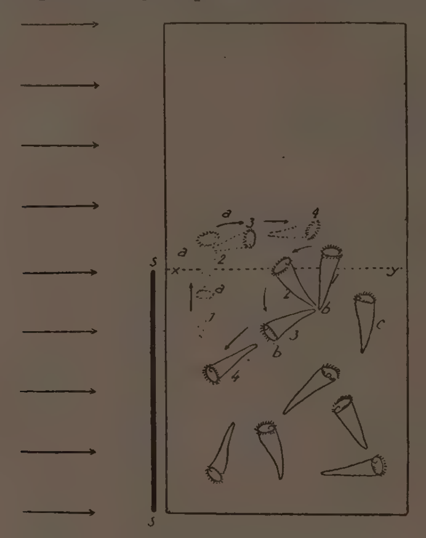


Fig. 5. — Réactions du Stentor (d'après Jennings in Viaud, I, p. 65).

Si, par hasard, les animaux atteignent la zone éclairée (fig. 5, *b*.), ils effectuent un mouvement de recul puis un pivotement d'un certain angle autour de l'extrémité postérieure du corps, ce qui leur permet de progresser dans une nouvelle direction. C'est ce que Jennings appelle « *réaction d'évitement* » causée par une *augmentation d'éclairement du péristome.*

Pourtant, en soumettant les Stentors à l'action d'un champ lumineux uniforme, par exemple dans un bac allongé, les animaux paraissent s'orienter négativement par rapport aux rayons stimulants, et ils se groupent dans la partie la plus éloignée de la source lumineuse (fig. 6).

Jennings explique encore ce fait par la « réaction d'évitement » ; supposons dans la première expérience que le hasard d'un pivotement place le corps de l'animal de telle manière que la partie antérieure photosensible soit à l'ombre du reste du corps (fig. 5, *a*) ; alors l'animal ne pivote plus et va nager tel qu'il se trouve orienté, c'est-à-dire dans le sens des rayons lumineux, et à l'opposé de la source, seule réaction possible dans un champ éclairé uniformément, comme dans la deuxième expérience (fig. 6).

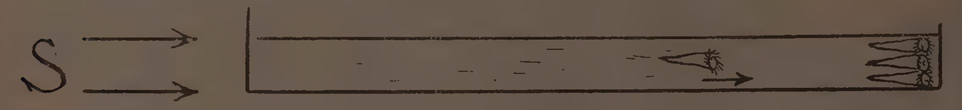


Fig. 6.

2. *Réactions de l'Euglène.* — C'est un organisme qui réagit positivement à la lumière si l'intensité de celle-ci n'est pas trop forte.

Le comportement de l'Euglène est comparable à celui du Stentor mais dans son cas

la réaction d'évitement est déclenchée par une *diminution de l'éclairement* et non par une augmentation.

L'Euglène nage en tournant autour de son axe longitudinal; il en résulte que le stigma photosensible est soumis à une diminution d'éclairement pendant une partie de la rotation; à un moment donné se produit une «réaction d'évitement». qui se traduit par un mouvement hélicoïdal, se poursuivant jusqu'au moment où le stigma arrive en pleine lumière (fig. 7).

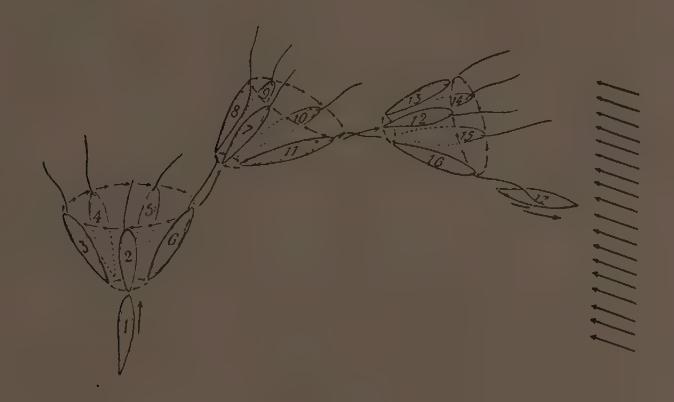


Fig. 7. — Réactions de l'Euglène (d'après Jennings in Viaud, I, p. 66).

Alors la réaction cesse et l'Euglène progresse jusqu'à ce que sa rotation le soumette à une nouvelle diminution d'éclairement et, de réaction d'évitement en réaction d'évitement, l'animal finit par avoir une orientation telle dans le champ lumineux que le stigma reste toujours également éclairé pendant sa rotation autour de l'axe longitudinal; à ce moment, l'Euglène progresse en ligne droite vers la lumière.

3. *Théorie physiologique de Jennings.* — Cette théorie qui découle des expériences précédentes, se caractérise selon Viaud par les faits suivants :

1° Les réactions des animaux à la lumière (orientation, locomotion, répartition finale dans le milieu) s'expliquent par des *réflexes moteurs,* propres à chaque espèce, et déclenchés par des *variations d'intensité* de lumière; 2° Dans ces réactions les *causes internes* ou *facteurs physiologiques* doivent être mis au premier plan. «L'animal réagit toujours, écrit Jennings, comme un individu et non comme une substance», et aussi «la nature de ses réactions est conditionnée par son mécanisme interne et les différences structurales de son corps»; 3° Ces facteurs internes peuvent varier suivant les «états physiologiques» de l'animal; 4° Jennings admet, après avoir interposé des facteurs physiologiques entre l'excitation et la réponse, que les réactions motrices des animaux à la lumière sont des «*mouvements irrésistibles*».

Le mérite de Jennings est d'avoir montré, par l'observation scrupuleuse des faits, que ces réactions, même chez les Unicellaires, ne sont pas entièrement et uniquement déterminées par l'agent physique; les facteurs internes ou physiologiques ont sur leurs modalités et leur sens un pouvoir de premier ordre.

V. Phototropisme des Daphnies.

Gaston Viaud dans une thèse récente et remarquable sur le phototropisme d'un petit Crustacé Cladocère *Daphnia pulex* est arrivé à rénover la position et l'interprétation du problème.

Dans son introduction, l'auteur fait appel à une conception psychologique «objective» du comportement et il s'exprime comme il suit, ce qui précise bien l'esprit avec lequel les recherches ont été entreprises : «La détermination des facteurs internes forme la partie principale de l'analyse d'un comportement, et cette analyse est essentiellement une *étude psychologique*, car on y considère l'animal agissant comme un tout.

«Mais cette analyse ne constitue pas le dernier terme de l'investigation scientifique : il reste encore à rattacher les facteurs internes ainsi découverts à l'activité d'organes ou d'ensemble d'organes fonctionnant en coordination. L'analyse psychologique des comportements a donc pour couronnement nécessaire *l'explication physiologique.*»

Le matériel biologique utilisé, la Daphnie (fig. 8), est un animal de 2 millimètres dont l'appareil locomoteur est composé de deux grandes antennes-rames; il a un œil composé unique et un œil nauplien; la Daphnie possède une sensibilité dermatoptique.

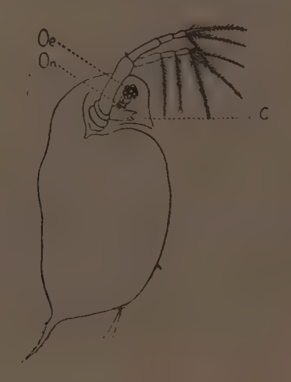


Fig. 8. — Daphnie schématique (d'après Viaud).

C. Cerveau.
Oe. Œil composé.
On. Œil nauplien.

Le dispositif expérimental utilisé par Viaud dans ses études, comprend un long tube coudé exposé par sa partie droite aux rayons parallèles d'une source dont l'énergie calorifique est absorbée par une cuve à eau. Les Daphnies sont introduites par la partie coudée, du tube la plus éloignée de la source.

En observant une population de Daphnies soumises dans la partie droite du tube précité à un éclairement unilatéral, on constate que les individus effectuent des mouvements continuels de va-et-vient qui font penser aux «mouvements brownoïdes» de Van Dryes; il s'agit, en fait, d'une apparence car l'étude des comportements individuels nous apprend que ceux-ci obéissent chacun à un déterminisme rigoureux.

En outre, la méthode statistique montre que le centre de gravité de la population

décrit, depuis le début, une courbe analogue aux *courbes de Bessel* (fig. 9); c'est une suite d'oscillations périodiques qui tendent vers une position moyenne d'équilibre.

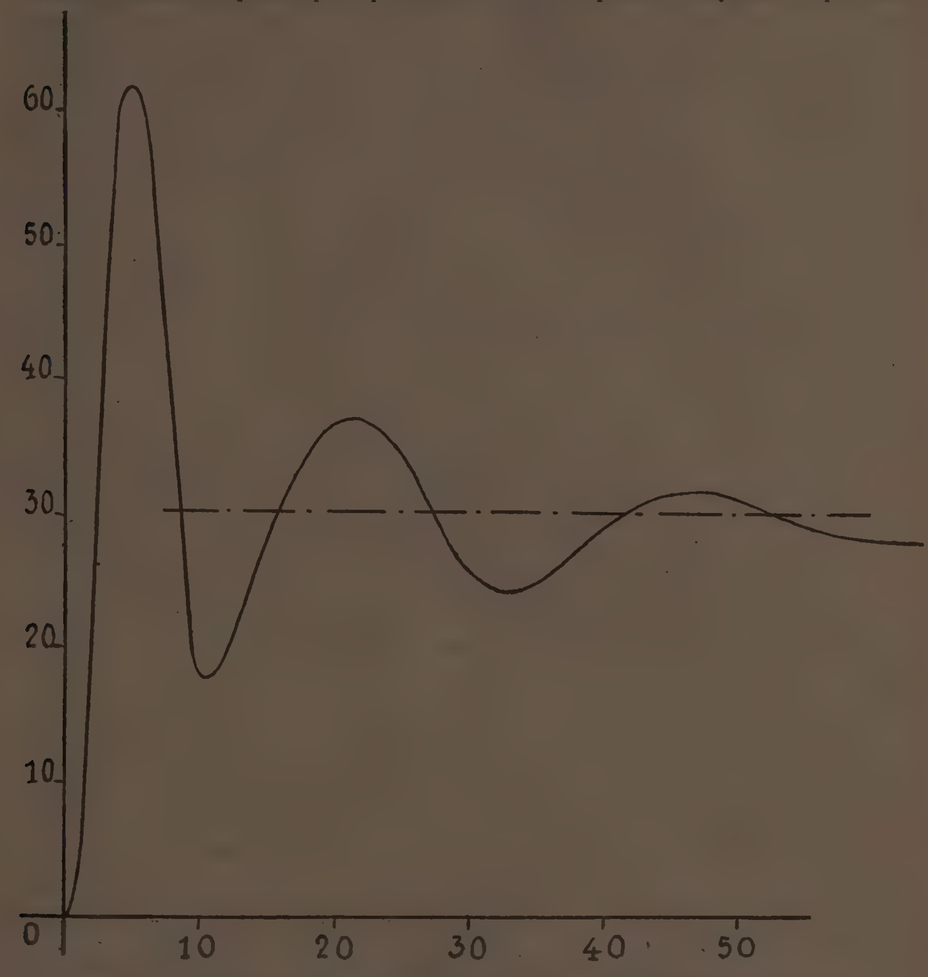


Fig. 9. — Déplacements et stabilisation du centre de gravité d'une population de Daphnies dans un champ uniforme de lumière blanche.
(En abscisses les temps en minutes; en ordonnés les distances de la source en cm.)

1 *Périodicité des déplacements positifs et négatifs.* — Les mouvements de va-et-vient sont dus au fait que chaque individu est alternativement phototropique positif ou phototropique négatif.

Les phases positives ou négatives se reproduisent à peu près identiques à elles-mêmes chez la même Daphnie, lorsqu'on répète les expériences en les séparant par une courte période d'obscurité complète (15 minutes par exemple) : chaque individu possède donc une «*réaction phototropique caractéristique*», ce que Rose appelle «*constante personnelle*» d'un organisme en parlant des nauplii de Balanes.

En superposant de nombreux graphiques individuels et en déterminant le centre de

gravité de points obtenus à intervalles de temps réguliers on retrouve la courbe de Bessel obtenue avec une population réelle : c'est le décalement des phases individuelles qui finit par amener un état d'équilibre.

Il semble que de tels mouvements périodiques soient fort répandus dans les réactions phototropiques des animaux, et Ewald en cite de nombreux exemples chez les Insectes; ainsi les insectes nocturnes, après avoir voleté un moment autour d'une lampe, vont se réfugier périodiquement dans les coins sombres du plafond.

Ces réactions périodiques sont induites par une stimulation permanente et d'intensité constante. Elles dépendent vraisemblablement de certains *facteurs internes d'activité*, influences hormonales ou autres, qui restent encore très obscures.

2. *Effets de l'intensité lumineuse et de ses variations.* — Viaud constate : 1° que la vitesse positif croit lorsqu'augmente l'intensité du stimulus lumineux, mais elle croît beaucoup moins vite que l'excitation, à peu près comme le logarithme de l'intensité lumineuse (fig. 10, A).

Viaud appelle cette relation la «*loi de l'action photokinétique*».

L'augmentation de la vitesse en fonction de l'intensité lumineuse suit donc approximativement la loi de Weber-Fechner. Elle a été vérifié expérimentalement par Desroche sur les zoospores de *Chlamydomonas*, par Moore et Cole sur *Popillia japonica*, par Welsch sur *Unionicola* parasite des branchies de l'Anodonte et j'ai pu la mettre en évidence sur le Doryphore, sur *Melasoma populi* et sur *Galeruca tanaceti*;

2° Que sur les mouvements négatifs des Daphnies les variations de faible et moyenne intensité lumineuse n'ont pas d'action (fig. 10, B); toutefois la vitesse croît brusquement à partir d'une certaine intensité; une véritable «réaction de fuite» se produit alors (fig. 10, portion ascendante de la courbe B).

Les réactions positives et négatives des Daphnies ne sont donc pas de même nature;

3° Que l'augmentation de l'intensité lumineuse diminue la durée des phases périodiques positives : il y a pour la Daphnie, une «*fatigue physiologique*» causée par la lumière, fatigue d'autant plus grande que l'intensité excitatrice est plus forte;

4° Qu'une Daphnie, soumise suffisamment longtemps à un même éclairement, augmente progressivement la durée de ses phases positives jusqu'à une certaine valeur limite.

De ces dernières constatations l'auteur déduit que la périodicité des phases positives et négatives est réglée, pour chaque individu, par des phénomènes *d'adaptation sensorielle.*

En réalité Viaud distingue 3 facteurs internes interposés entre l'excitation et la réaction :

1° «*Le signe primaire positif*, tendance latente ou virtuelle, *primums movens* de l'ensemble du comportement, et qui peut s'actualiser, c'est-à-dire se manifester par des mouvements de nage positifs dans certaines circonstances physiologiques. C'est un facteur invariable»;

2° «*L'action photokinétique*, facteur variable dépendant de l'intensité de la lumière;

3° «*La capacité d'adaptation sensorielle*, facteur également variable et dépendant aussi; d'une part de l'intensité lumineuse et, d'autre part, de certains processus physiologiques»,

3° *La fonction phototropique et son organe récepteur.* — «L'action photokinétique», écrit Viaud, est toujours liée à l'existence du «signe primaire positif» et le jeu simultané de

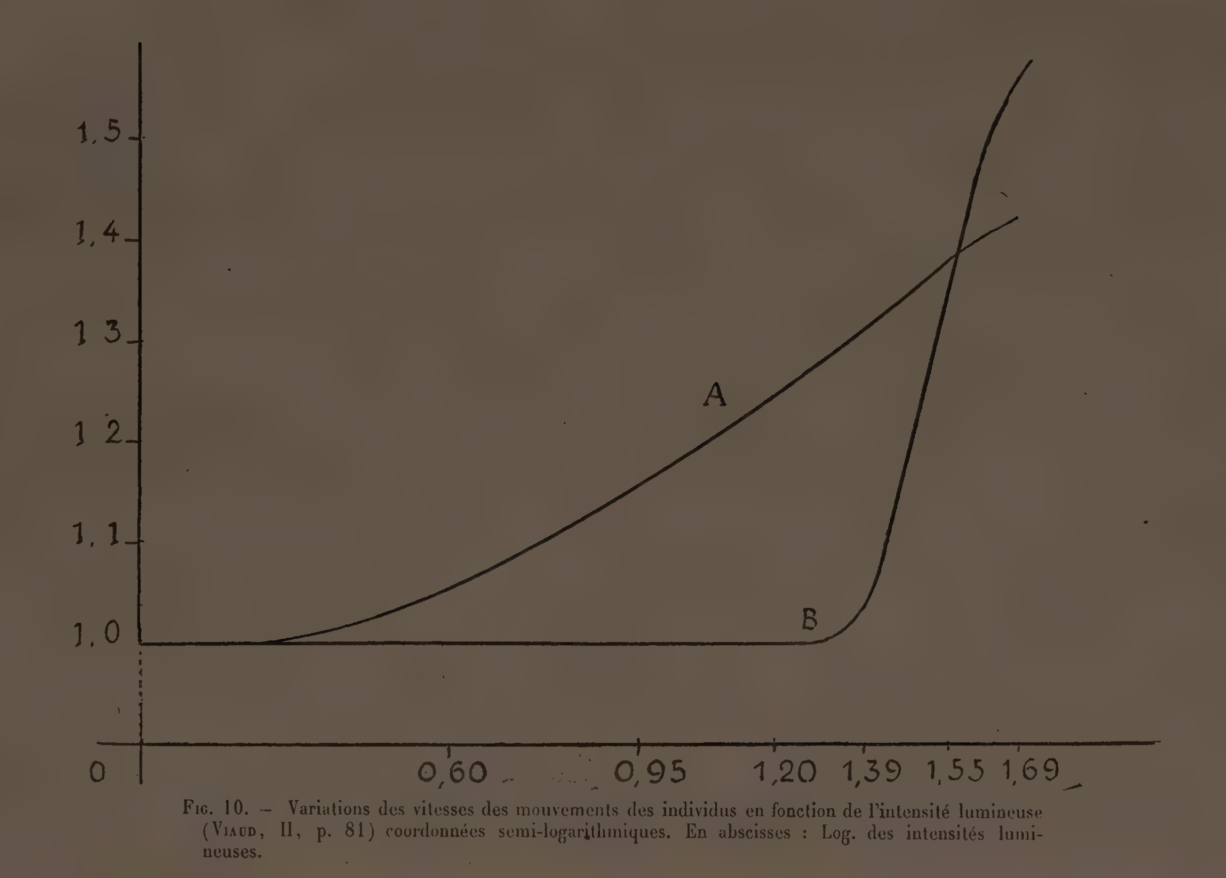


Fig. 10. — Variations des vitesses des mouvements des individus en fonction de l'intensité lumineuse (Viaud, II, p. 81) coordonnées semi-logarithmiques. En abscisses : Log. des intensités lumineuses.

ces deux facteurs produit les «impulsions motrices positives» caractérisant la *fonction phototropique.*

Cette fonction résulte de l'activité spéciale d'un ensemble d'organes qui produisent ces réactions dirigées : organes récepteurs, nerfs afférents, centres sensitifs et moteurs inférieurs, organes locomoteurs.

L'organe récepteur n'est pas du tout l'œil composé ou l'œil nauplien, comme l'a démontré Schulz par la méthode des ablations, mais l'ensemble des tissus du corps de la Daphnie : il y a *sensibilité dermatoptique,* mode peut-être primitif de la photo-réception, bien connue depuis Graber.

Or rien ne prouve que l'énergie lumineuse impressionne des cellules dermiques sensorielles plutôt que d'autres plus internes. Et, à ce point de vue, Viaud n'a pas mentionné les recherches de Prosser qui a mis en évidence une photosensibilité du dernier ganglion de la chaîne nerveuse de l'écrevisse, crustacé auquel on prêtait auparavant une sensibilité dermatoptique [1].

Enfin, dans ses conclusions, Viaud émet l'hypothèse suivante : «Des deux modes de la photoréception, écrit-il, qui existent chez les Métazoaires, la sensibilité dermatoptique et la sensibilité visuelle, la première seule a une fonction phototropique c'est-à-dire provoque des mouvements impulsifs de locomotion dirigés vers la lumière». Et il ajoute que le rôle de la sensibilité visuelle est, par des réflexes optomoteurs, d'*orienter avec précision* le corps de l'animal dans le champ lumineux comme il l'a constaté chez la Daphnie.

Cette manière de voir est certainement justifiée pour *Daphnia pulex,* mais il serait prématuré d'en admettre la généralisation. Ainsi des observations que j'ai pu faire avec Chauvin sur deux insectes indiquent des faits opposés : le *Doryphore,* doté de sensibilité dermatoptique, effectue un parcours parfaitement rectiligne et parallèle à la direction des rayons stimulants, même s'il est aveuglé ; le *Criquet pèlerin* ne possède pas de sensibilité dermatoptique et il a des yeux très développés ; pourtant il suit souvent un trajet plus sinueux que le Doryphore vers la source.

Mais nous devons à Viaud d'avoir su dissocier la photokinèse du phototropisme chez la Daphnie et d'avoir montré chez ce Crustacé que le pivotement et le «mouvement irrésistible» vers la source lumineuse sont déterminés par les impulsions motrices positives définies ci-dessus et caractérisant une fonction phototropique qui a une part limitée dans l'ensemble du comportement de l'animal vis-à-vis du stimulus lumineux.

VI. — Critiques actuelles de la théorie de LOEB.

Nous pouvons ne pas effectuer ici l'exposé des théories de Loeb qui ont eu le grand mérite de provoquer de fructueuses recherches, car elles sont bien connues, et passer directement à leur examen critique [1].

Loeb a été dominé dans ses travaux par des conceptions métaphysiques : il est mécaniciste intégral et son œuvre scientifique vise essentiellement à valider son point de vue matérialiste.

«L'être vivant, écrit Loeb, n'est qu'une machine inerte mue exclusivement par des forces extérieures.»

Pour cet auteur les Tropismes sont des *mouvements forcés,* sans finalité, à caractère impératif et automatique. Ce sont des réactions d'orientation déterminées par deux

[1] Dans une conférence faite en Sorbonne, le 10 juin 1943, G. Viaud a signalé la possibilité d'une photosensibilité des tissus nerveux.

[1] Nous empruntons beaucoup de nos arguments à des conférences encore inédites du Professeur Grasse, faites au cours des leçons enseignées en 1941-1942 au Laboratoire d'Évolution des Êtres organisés à Paris.

facteurs principaux : la *direction* des rayons lumineux et la *symétrie bilatérale* de l'organisme ; l'intensité du stimulus ne compte pas et la translation n'est qu'une conséquence accessoire.

Cette distinction tient dans le postulat de la doctrine : *les réactions des végétaux et des animaux à la lumière sont des manifestations dynamiques identiques,* que Loeb a proposé en s'appuyant sur l'étude des réactions des animaux fixés tels que le *Spirographe* (Ver tubicole) et l'*Eudendrium* (Hydraire).



Fig. 11. — Orientation du Spirographe, forme animale fixée (d'après Loeb).

Pareille systématisation est maintenant caduque puisqu'on a montré la nature hormonale du phototropisme végétal.

Loeb insiste aussi sur l'automaticité tropique des animaux dont les mouvements seraient orientés suivant les lignes de force du champ énergétique dans lequel ils sont situés. Il la compare aux réponses d'une machine photo-électrique construite suivant ses plans. Il conçoit que l'éclairement inégal des deux côtés du corps de l'animal, dans le cas d'un organisme phototropique positif, provoque une contraction musculaire du côté frappé, d'où, par *réflexe tonique,* une rotation qui amène les deux parties symétriques de l'organisme à recevoir le même éclairement. Les muscles ont alors une même contraction, même tonus, et maintiennent l'animal dans la direction du champ lumineux.

Georges Bohn et Loeb ont invoqué la *règle du parallélogramme des forces,* appliquée par eux à quelques insectes et quelques mollusques, pour valider cette conception dite *théorie du tonus musculaire.*

Soient deux sources lumineuses S et S′ de même intensité ; plaçons à égale distance de S et S′ un organisme phototropique positif : il doit se diriger suivant la bissectrice de l'angle SOS′ (fig. 13).

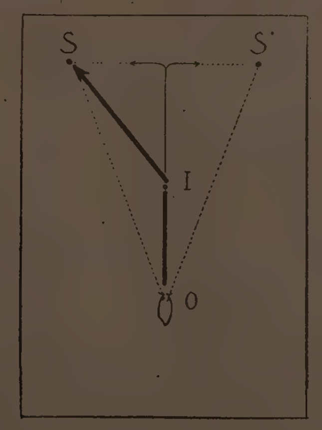


Fig. 12. — Trajectoire d'un papillon de *Pieris brassicae* éborgné.

Or des expériences plus récentes de von Buddenbrock ne vérifient pas cette loi. L'auteur allemand fait intervenir un facteur de nature psychologique : le *point de décision* I, lieu où, sur la trajectoire rectiligne, l'animal se dirige vers une source plutôt que vers l'autre.



Fig. 14. — Trajectoire d'un papillon de *Pieris brassicae* éborgné.
Fig. 15. — Trajectoire d'un papillon de *Satyrns aemale* éborgné (d'après Rabald).

Von Buddenbrock a même vu des chenilles de Vanesses et des Escargots se diriger vers l'une des sources dès le départ.

Un corollaire de la loi du parallélogramme des forces est relatif à la modification du tonus par suppression de la symétrie photosensible; un animal éborgné tourne du côté non aveuglé s'il est phototropique positif : ce sont les *mouvements de manège*. Rabaud en a fait une critique sévère et objective : un papillon de *Pieris brassicae* éborgné (fig. 14) effectue bien un mouvement de manège mais peu à peu le cercle s'agrandit et l'animal se dirige en spire vers la lumière; chez *Satyrus æmale* les manèges ne sont plus qu'un vestige (fig. 15); et chez le *Criquet égyptien* observé par Grasse il n'y a pas de modification sensible de la marche vers la source.

Rabaud conclut à une action tonique de la lumière sur les muscles et à une action directrice déclenchant des *réflexes cloniques*.

Ce ne sont donc pas de vrais Tropismes au sens lœbien du mot et la critique de Rabaud montre l'insuffisance de la théorie de Loeb quant au rôle de coordination du système nerveux.

Enfin la théorie de Loeb même si elle était applicable aux animaux à symétrie bilatérale n'explique pas la translation latérale des Crabes et le comportement des animaux rayonnés étudié par G. Bohn et pour lesquels cet auteur substitue la notion spécieuse de *mouvements polarisés* à celle de Tropisme.

VII. — Classification de KUHN (1929).

Dans un examen, même rapide, du phototropisme animal, on ne peut omettre de citer l'effort de synthèse entrepris par A. Kuhn dont les conclusions sont schématisées dans le tableau suivant que nous empruntons à l'étude critique qu'en a faite Viaud :

I. Réactions négatives.

A. R^ns non orientées = *Réactions photophobiques.*

II. Réactions positives.

A. R^ns^ non orientées = *Réactions skotophobiques.*

B. R^ns^ orientées immédiatement dans le champ lumineux.

1. *Tropotaxie* (Symmetrieeinstellung) : orientation tonique axiale du corps;
2. *Télotaxie* (Zieleinstellung) : orientation oculaire sur la source lumineuse.
3. *Ménotaxie* (Beibehaltung des augenblicklichens Gesichtsfeldes) : orientation sous un angle constant avec les rayons lumineux.

Cette classification montre que les anciens auteurs ont confondu souvent des phénomènes distincts mais elle groupe les réactions des animaux à la lumière d'après leurs seules *manifestations orientatives* sans tenir compte des réponses motrices ni des modalités physiologiques de la réaction.

Par contre elle réintroduit, avec les *réactions non orientées,* la notion psychologique de *photopathie,* ou *manière dont l'animal supporte la lumière,* ce qui ne veut pas dire qu'on ramène les comportements à des états de conscience tels que des préférences, des désirs ou des aversions.

Il s'agit plutôt «d'une psychologie sans conscience, dit Piéron, non parce qu'elle nie cette dernière, mais parce qu'elle l'ignore», une psychologie du comportement, une science objective, sur laquelle les auteurs de toutes tendances sont maintenant d'accord.

VIII. — Considérations générales.

Une première remarque découle des plus récents travaux : on ne peut parler du Tropisme sans faire appel à des *notions psychologiques.*

Viaud s'en est servi pour l'étude de la capacité d'adaptation sensorielle des Daphnies. Implicitement Rabaud les utilise lorsqu'il établit la distinction entre animaux *sténophotes* et *euryphotes* équivalents des animaux *photophobiques* et *skotophobiques* de Kuhn. Ces notions psychologiques permettent, seules, de considérer l'animal comme un tout et les réactions des êtres vivants comme étant soumises à la régulation générale du comportement.

Ainsi s'expliquent également les renversements de tropismes obtenus par dressage (Szymanski et Turner sur la *Blatte,* Blees sur la *Daphnie*) et dans lesquels intervient la mémoire associative ou le facteur «influence du passé» que Viaud avait méthodiquement éliminé.

Une deuxième remarque concerne l'influence des *états physiologiques* (jeûnes, réplétion, impulsion sexuelle, âge, actions hormonales diverses...) dont nous n'avons pas pu signaler toute l'importance; mais elle est telle que la plupart des auteurs précisent ces conditions au début de leurs travaux : un changement d'état physiologique pouvant déterminer un renversement de tropisme.

Loeb a invoqué cette influence pour expliquer la modification du comportement des jeunes chenilles à jeûn puis repues d'*Euproctis phaeorhaea* Don.

Une troisième remarque, suggérée par les deux considérations précédentes, est que le comportement tropique résulte de *mécanismes physiologiques complexes,* vraisemblablement neuro-humoraux, *interposés entre l'excitation et la réaction* et toujours étroitement coordonnés.

La connaissance approfondie de la physiologie générale du système nerveux des animaux inférieurs nous permettra sans doute de mieux comprendre les modalités physiologiques des réactions tropiques.

Bref, par sa forme, par ses fonctions et par sa nature même l'animal possède *en lui* un potentiel de réaction ou, pour employer un terme de Piéron, des «incitations à la réaction» qui peuvent rester latentes ou être annihilées, mais qui peuvent aussi *s'actualiser* dans certaines conditions ou à certains moments.

Après ces remarques il parait utile de revenir sur la définition même du Tropisme qui nous avait servi de base de départ et que nous avions empruntée à H. S. Jennings : «le tropisme est une réaction définie par le jeu de quelque source externe de stimulation»; conception qui s'oppose à celle de Buytendijk pour qui «le Tropisme, dans beaucoup de cas, est une production de laboratoire».

Pour justifier son attitude, Buytendijk s'en réfère d'une part aux réactions anormales des animaux mutilés ou terrorisés qu'il compare à l'élan d'un cheval affolé dans les flammes d'un incendie; d'autre part il se réfère aux actes accomplis à la suite de dressages.

Évidemment nous avons dit que la variabilité et la complexité des réponses tropiques ne pouvaient s'accorder avec la définition proposée par Loeb qui considère les Tropismes comme «des réactions forcées et automatiques d'orientation des organismes sous l'emprise des agents externes».

Mais à la base de tous les mouvements dirigés positivement par rapport à un stimulus, il y a, comme l'a montré Viaud, un phénomène très général que cet auteur appelle «impulsion motrice».

Dans la nature elle existerait toujours, contrairement à l'assertion de Buytendijk, mais nous n'en pourrions percevoir que les manifestations modifiées sans cesse par les interactions du milieu biologique et physico-chimique dans lequel évolue l'organisme.

Au Laboratoire nous nous représentons un peu mieux la signification des activités primaires mais nous étudions seulement les manifestations d'un comportement dont nous ignorons le mécanisme physiologique.

Le Tropisme serait une réaction apparemment impérieuse dans des conditions physiologiques données et qui résulterait des propriétés générales d'irritabilité de la matière vivante.

Ce vocable, dans son acception la plus large, reste un terme commode pour désigner en zoologie, des comportements sur la nature desquels on ne peut pas toujours se pro noncer, mais qui paraissent liés à l'action de stimuli physico-chimiques externes.

BIBLIOGRAPHIE.

Bonnier (G.) et Leclerc du Sablon. — Cours de Botanique (1932).

Bouvier (E. L.). — La vie psychique des Insectes. (Flammarion, 1922.)

Buytendijk (F.). — Psychologie des animaux. (Payot, 1928.)

Chauvin (R.). — Contribution à l'étude physiologique du Criquet pèlerin et du déterminisme des phéno mènes grégaires. (*Ann. Soc. Ent. Fr.*, 1941.)

Combes (R.). — La vie de la cellule végétale, t. III. (Colin, 1937.)

Costantin. — Les végétaux et les milieux cosmiques.

Desroche (P.). — Réactions des Chlamydomonas aux agents physiques. (Thèse Paris, 1912.)

Ewald (W. F.). — Ueber Orientierung Lokomotion und Lichtreaktionen einiger Cladoceren un deren Bedeutung für die Theorie des Tropismes. (*Biol. Centralblatt 30*, 1910.)

GRASSE (P. P.). — Étude biologique sur le Criquet égyptien. (*Bull. Biol.*, France et Belgique, 56, 1922.)

GRASSE (P. P.). — Sur le phototropisme de quelques Criquets. (C. R. Soc. Biol., 89, 1923.)

GRISON (P.). — Effet kinétique de la lumière et de son intensité sur quelques Chrysomélides à l'état d'insectes parfaits. (*Soc. Zool. Fr.*, séance du 22 décembre 1942.)

KUHN (A.). — Phototropismus und Phototaxis der Tiere (in : *Handbuch der norm. und Pathol. Physiologie*, von BETHE, Berlin, 1929.)

LOEB (J.). — La dynamique des phénomènes de la vie. (Traduction française, Paris, 1908.)

LOEB (J.). — La conception mécanique de la vie. (Traduction française, Paris, 1912.)

MANQUAT (M.). — Les Tropismes dans le comportement animal. (Thèse Nancy, 1921.)

MOORE (A. R.) et COLE (W. R.). — The response of Popillia japonica to light and the Weber-Fechner Law. (*Journ. gener. Physiol.*, t. III, 1920.)

PIÉRON (H.). — Psychologie zoologique. (*Nouveau traité de Psychol.*, t. VIII, 1941.)

PROSSER (C. Ladd). — Action potential in the nervous system of the crayfish. (*Journ. cell. comp. Physiol.*, p. 363, 1934.)

RABAUD (E.). — Introduction aux Sciences biologiques. (Colin, 1941.)

RABAUD (E.). — Tropismes et Tonus musculaire. (C. R. Acad. Sc., 1921.)

RABAUD (E.). — La lumière et le comportement des organismes. (*Bull. Biol.*, France et Belgique, 1916.)

RAUCOURT (M.) et TROUVELOT (B.). — Les principes constituants de la Pomme de terre et le Doryphore. Réactions d'ordre sensitif chez la larve. (*Ann. Epiphyties*, t. II, fasc. 1er, 1936.)

ROSE (M.). — La question des Tropismes. (Presses Univ., 1929.)

TIMON DAVID (J.). — Fragments de Biochimie entomologique. (*Ann. Fac. Sc.*, Marseille, 1942.)

VIAUD (G.). — I. Le Phototropisme animal. (Thèse Lettres, Strasbourg, 1938.)

VIAUD (G.). II. Recherches expérimentales sur le Phototropisme des Daphnies. (Thèse Lettres, Strasbourg, 1938.)

WELSH (J. H.).— Photokinesis and tonic effect of light in Unionicola. (*Jour. génér. Physiol.*, 16, 1932).

WIGGLESWORTH (V. B.). — Insects Physiology, 1939.

COMPTE RENDU SOMMAIRE

DES

TRAVAUX POURSUIVIS DANS LES STATIONS ET LABORATOIRES DE PATHOLOGIE VÉGÉTALE.

TRAVAUX EFFECTUÉS EN 1942.

(Station centrale de Pathologie végétale de Versailles, Station de Recherches viticoles de Montpellier, Station de Botanique et de Pathologie végétale d'Antibes, Laboratoire de Pathologie végétale du Centre des recherches agronomiques du Sud-Ouest, Laboratoire de Pathologie végétale de la Station agronomique d'Avignon.)

I. Maladies de la Vigne.

1° *Traitement du Mildiou.* — Étant donné la pénurie de cuivre, des essais nombreux ont été pratiqués pour essayer d'économiser ce précieux métal ou de le remplacer :

A Montpellier : Le traitement de cette maladie a fait l'objet de nombreuses recherches :

1. *Toxicité des électrolytes.* — L'action d'un composé soluble sur les conidies du *Plasmopara viticola* C. et C. permet de déterminer le seuil de toxicité de ce composé. L'expérience montre que la toxicité d'un électrolyte est le fait du cation et caractérise celui-ci. La loi d'action trouvée est la suivante :

$$NZ = m'' \times 1.06 \frac{A}{n}$$

N = nombre d'Avogadro.

NZ = nombre de cations par litre de solution nécessaires pour empêcher le développement des conidies.

$\frac{A}{n}$ = équivalent-gramme de l'anion de l'électrolyte.

m'' = indice de toxicité ionique particulier à chaque métal.

Un classement des métaux en fonction de leur action sur le mildiou (caractérisée alors par m'') a pu être dressé : le Cuivre, le Bismuth, l'Argent, le Cadmium, paraissent seuls

capables d'exercer une action suffisante mais, pour des raisons diverses, l'emploi pratique de certains ne peut être envisagé. Le travail montre, d'autre part, que la toxicité des métaux à l'égard du mildiou est une propriété liée à la structure de la matière et se présente comme une fonction périodique du nombre atomique (*Prog. Ag. Vit.* 1942, 16 août).

2. *Ingrédients expérimentés.* — De nombreux ingrédients ont été expérimentés au vignoble. Aucune des formules appliquées n'a manifesté une action égale à la Bouillie bordelaise et les mélanges pauvres en cuivre n'ont pas montré une efficacité suffisante. Les produits sans cuivre n'ont pas protégé le vignoble.

Au Centre du Sud-Ouest (La Grande Ferrade) : Une collaboration importante a été apportée aux essais organisés à la Grande Ferrade par le Ministère de l'Agriculture pour comparer l'efficacité des produits de traitement contre le Mildiou de la Vigne, en liaison avec le Service de Phytopharmacie et M. l'abbé Dubaquié, directeur de la Station agronomique et œnologique et administrateur du Centre.

La bouillie bordelaise à 2 p. 100 a assuré la protection la meilleure contre le mildiou; l'addition de gel d'alumine aux bouillies bordelaises à 1 et 0,5 p. 100 n'a pas augmenté leur efficacité. L'emploi d'un adjuvant à base de xanthate avec la bouillie bordelaise à 1 p. 100 a donné quelques résultats.

Comme la solution simple de sulfate de cuivre à 20 grammes par hectolitre, l'ammoniure de cuivre cellulosique à 2 litres par hectolitre donne une protection insuffisante lorsqu'on n'effectue que trois ou quatre traitements. Avec ce même nombre de traitement, deux produits allemands à teneur de cuivre réduite ou nulle se sont montrés intéressants : l'un renferme 26 p. 1.000 de cuivre sous forme d'oxychlorure et un dérivé organique, l'autre est un composé organo-zincique.

Des études ont été également faites à Antibes.

Des rapports plus détaillés sur cette importante question ont été publiés par Lafont et par Raucourt, dans le *Bulletin de l'Office du Vin* ou le seront ultérieurement : Gaudineau (Mlle M.), Barraud (Mlle) et de Seze, dans les *Annales des Epiphyties* nouvelle série, tome IX, 1943 (voir *l'index bibliographique*).

2° *Traitement de l'Oïdium.* — Le manque de soufre a amené des recherches analogues à celles qui ont été organisées pour le mildiou.

A Montpellier l'étude de nombreux produits soufrés a été poursuivie au laboratoire et au vignoble, une corrélation satisfaisante a été constatée entre les résultats des essais de laboratoire et ceux de l'expérimentation au vignoble.

Les soufres purs se sont montrés supérieurs à toutes les autres formes d'emploi du soufre; l'économie volontaire ou forcée de ce corps ne peut être acquise qu'aux dépens de la santé de la vigne.

Un rapport plus détaillé paraîtra dans les *Annales des Epiphyties* nouvelle série, tome IX, 1943.

3° *Court-noué.* — A Montpellier des études commencées autrefois par le professeur Ravaz ont été continuées en vue de préciser, au point de vue scientifique, la cause de la maladie. La mise au point de l'isolement du complexe virulent, supposé être la cause du Court-noué de la vigne, a été poursuivie par voie chimique en appliquant les méthodes de Stanley (W. H.). Le jus d'organes herbacés court-noués et panachés, convenablement extrait, concentré et purifié, a permis d'obtenir la précipitation de fibres, stables dans

certaines conditions, qui paraissent représenter une forme déjà assez pure de protéine-virus. (*Progr. Agr. Vit.* 1942, p. 28-29). Des inoculations effectuées avec ces extraits purifiés sur des plants obtenus de semis ont donné des résultats encourageants.

4° *Développement des maladies en 1942.* — Dans le Sud-Ouest : dans l'ensemble de la région le Mildiou n'a provoqué que des dégâts peu élevés, cependant une attaque assez intense a pu être observée dans les régions les plus humides ou ayant bénéficié de pluies locales, telles que le Bas-Médoc, les Graves et le Sauterne. Il en a été ainsi à la Grande Ferrade où l'infection primaire, vers le 15-20 mai, était supérieure à la normale. De nombreuses invasions ont été notées jusqu'à la mi-août, l'état hygrométrique s'étant maintenu élevé depuis le mois de juin, les périodes sèches n'ayant pas dépassé 10 jours en juin et juillet. Une attaque de Rot-brun a débuté le 16 juillet et a provoqué des dégâts spécialement dans le Saint-Émilion et le Sauterne.

L'Oïdium et le Black-rot s'étendent dans l'ensemble de la région; à la Grande-Ferrade, une invasion des jeunes rameaux par l'Oïdium est notée dès la mi-mai sur *Cabernet*, indiquant une infection des bourgeons. Les dégâts sur grappes sont observées aussi sur *Folle blanche* en Charente et sur *Chasselas* en Lot-et-Garonne.

Le Black-rot dès le mois de mai a attaqué les feuilles des cépages sensibles tels que le *Cabernet*, le *Malbec;* il a été observé en Gironde et dans le Lot-et-Garonne, mais ne paraît pas avoir causé de dégâts sur grappes, probablement en raison de la sécheresse. Quelques attaques d'Anthracnose sur hybrides, ont eu lieu en Charente-Maritime et en Gironde.

5° *Avertissements agricoles.* — Le service des Avertissements agricoles est actuellement assuré dans les diverses régions de la France par le *Service de la Protection des végétaux* néanmoins, étant donné l'importance des maladies des plantes pour ces questions, une collaboration a été établie avec les Stations de Pathologie végétale dont certaines sont du reste régulièrement chargées de ce service.

Comme l'an dernier, la Station d'Antibes a assuré le Service des Avertissements agricoles contre le Mildiou de la vigne, dans les Alpes-Maritimes et le Var.

De nouveaux postes d'observations ont été créés en des points où le développement du Mildiou de la vigne est très précoce : le Crau d'Hyères, Roquebrune-sur-Argens et le Lavandou.

La germination des œufs d'hiver a été observée au Laboratoire le 22 avril. La première attaque a été localisée dans les basses vallées cotières de l'Argens, du Reyran et du Gapeau, sur des terrains partiellement inondés. Dans une deuxième zone, située derrière l'Estérel et les Maures, la maladie n'est apparue que le 23 mai. Enfin, dans la partie Nord du Département du Var, le Mildiou s'est manifesté très tard, en fin de végétation, et il n'a produit aucun dégât.

En résumé : Une première attaque de Mildiou visible s'est produite le 5 mai après la période pluvieuse du 25 au 30 avril (80 m/m).

Une seconde attaque s'est manifestée du 2 au 5 juin après la période pluvieuse du 22 au 27 mai (10 m/m.)

Une troisième attaque a pu être observée en fin juin après les pluies du 16 au 22 juin (35 m/m).

Une quatrième attaque, très faible, sans importance économique, s'est produite fin juillet, après les pluies du 20 juillet (5 à 10 m/m).

Des avertissements et notes techniques ont été diffusés aux dates suivantes :

16 avril. — Notes sur les mesures prophylactiques qu'il est nécessaire de prendre au printemps et sur les produits anticryptogamiques à utiliser;
23 avril. — Avertissement partiel pour la zone côtière;
15 mai. — Avertissement général;
28 juin. — Avertissement général.

La diffusion a pu être améliorée grâce à la collaboration des divers organismes de la corporation agricole varoise.

Dans le Var, il a été adressé directement les avis aux 83 caves coopératives et à 52 correspondants.

Dans les Alpes-Maritimes, aux 37 communes viticoles et à 27 correspondants.

II. Maladies des Arbres fruitiers.

Dans le Sud-Ouest, le Laboratoire de pathologie végétale de Bordeaux (la Grande Ferrade) a poursuivi ses recherches sur divers parasites :

Sur pêchers, la cloque a attaqué gravement les variétés sensibles; les plantations traitées en hiver avec les bouillies bordelaises ou sulfocalciques ont été préservées.

Des essais de lutte effectués à l'École d'Agriculture et d'Arboriculture fruitière de Fazanis-Tonneins (Lot-et-Garonne) ont été suivis au point de vue de l'époque de traitement; celui du 24 février, qui a été réalisé au moment du gonflement des bourgeons a été plus efficace que les suivants; la différence était marquée même avec celui du 2 mars. Ceci confirme l'importance de la date du traitement contre la Cloque.

Parmi les produits en essai un oxychlorure de cuivre commercial employé à la dose de 2 p. 100 a donné de très bons résultats. Un polysulfure de baryum commercial s'est montré efficace contre la cloque aux dose de 8,5 et 3 p. 100. Des essais ont été repris cette année en traitement d'hiver en réduisant les doses jusqu'à 1 p. 100 en raison du prix du produit.

A cause de la sécheresse qui a régné dans l'ensemble de la région le développement de la Tavelure du Poirier a été très faible; aussi bien en Gironde, qu'en Lot-et-Garonne.

Mais en Lot-et-Garonne, nous avons pu observer des dégâts causés par un parasite du Poirier : le *Septoria.* Fin mai de nombreuses taches attiraient l'attention, sur *Beurré Hardy* et *Passe-crassane;* en septembre les variétés attaquées présentaient une défeuillaison marquée. Les variétés *Doyenné d'Alençon* et *Professeur Bazin* sont moins sensibles tandis que *Soldat Laboureur* n'était pas attaquée.

Les traitements cupriques effectués contre la Tavelure ont réduit l'attaque de *Septoria* sur toutes les variétés; par contre la bouillie sulfocalcique n'a pas eu d'effet. Dans les vergers de pommiers où aucun traitement n'avait pu être effectué nous avons noté que les variétés *Calville* et *Belle fleur jaune* étaient les plus sensibles, la *Belle fleur jaune* étant plus résistante que *Calville* aux attaques sur fruits.

Dans le Sud-Est la Station d'Antibes a étudié un certain nombre de sujets importants pour la région :

1° *Chancre du pêcher.* — Des cas nombreux de dépérissement de rameaux de pêcher nous ont été signalés dans la Vallée du Var par M. Blanck, contrôleur du Service de la protection des Végétaux.

Les rameaux attaqués portaient en de nombreux points des nécroses superficielles

allongées. Les tissus sous-jacents noircis étaient envahis par un champignon parasite qui a pu être identifié en cultures pures. Il s'agit d'un champignon du genre *Phomopsis* présentant les spores A et B caractéristiques. Ce champignon est la forme imparfaite d'un *Diaporthe*, sans doute le *Diaporthe perniciosa*. Des mesures de traitement : destruction des parties malades, traitement des plaies de taille, ont été conseillés en accord avec le Service de la Protection des Végétaux.

2° *Pourriture des fruits.* — Sur un envoi de pommes provenant de la région lyonnaise, on a observé un parasite : un *Cytospora*, qui avait attaqué la moitié supérieure des fruits. L'invasion s'était produite à partir des lésions de rameaux, et le champignon avait cheminé du rameau vers le fruit à travers le pédicelle.

A partir des fruits de Néflier du Japon (*Eriobotrya japonica*), il a été fréquemment isolé, comme agent de pourriture, le *Sphaeropsis pseudo-diplodia*, champignon très commun sur les fruits à pépins dans les régions méridionales.

Le Coryneum foliicolum, qui avait été étudié précédemment sur des fruits provenant des Pyrénées et du Jura, a été isolé de pommes provenant des Basses-Alpes. L'invasion a dû être consécutive à une forte attaque de *Rynchites bacchus*. L'étude au Laboratoire du *Coryneum* a été continuée. Son optimum de développement se produit à la température de 25-25°; sa croissance est pratiquement arrêtée quand les cultures sont portées dans l'étuve à 35°.

Un *Phoma*, analogue à ceux qui ont été décrits sur Pomme, a été étudié sur fruits du *Pyrus trilobata*.

3° *Fusariose du Figuier.* — Un dépérissement des extrémités de rameaux de Figuiers produit d'importants dégâts dans les cultures de la région de Solliés-Pont. L'altération est due à un *Fusarium* morphologiquement identique au *Fusarium lateritium*, forme conidienne du *Giberella moricola* (DE NOT.) SACC. Ce champignon a pu être isolé et il sera mis en comparaison avec le parasite du mûrier.

III. Maladies des Cultures maraîchères.

A la Station d'Antibes on a constaté le développement des parasites suivants :

1° *Une Hadromycose fusarienne de la Tomate* qui a sévi de façon grave dans le sud-ouest de la France nous a été signalée par l'Inspecteur de la 5e Circonscription du Service de la *Protection des Végétaux*. Le champignon a pu être isolé en cultures pures. Des recherches sur la sensibilité des variétés et les conditions d'infection seront poursuivie en 1943 simultanément à Antibes et dans la région de Marmande;

2° *Maladies des Aubergines.* — Une maladie qui se manifeste par des chancres du collet sur aubergines et la dessication des plantes peu avant la récolte a produit des dégâts importants dans les plaines alluviales fortement irriguées de la basse vallée du Var. Ces chancres sont causés par le *Phomopsis vexans*.

3° *Maladies des Cucurbitacées.* — Des flétrissements de plantules ont été provoqués par un *Pythium sp.* sur des cultures expérimentales de Concombres, faites en milieu liquide dans la région d'Antibes.

Sur semis de courges de Naples, une nécrose cotylédonaire a été provoquée par un champignon assez rare, du groupe des Mucoracées, connu surtout aux États-Unis : le *Choanophora cucurbitarum* (B. et RAV.) THAXTER.

Légumineuses potagères. — Des essais seront réalisés sur variétés de légumineuses potagères tant à Antibes, qu'au jardin d'essais de Grasse.

Ils auront pour objet :

1° De préciser les causes des échecs observés chez les cultivateurs de la région par une introduction dans les cultures méridionales de variétés mal adaptées en provenance des régions du Centre et du Nord;

2° L'étude de certaines légumineuses : *Doliques, Soja,* originaires de l'étranger qui présentent un incontestable intérêt dans l'Agriculture méridionale tant au point de vue fourrager que potager;

3° Hybridation de tomates : croisements entre les variétés horticoles et des lignées de *S. pimpinellifolium* pour l'obtention de variétés résistantes au *Cladosporium fulvum.*

En Gironde : sur artichauts une forte attaque de *Ramularia Cynareae* a provoqué des dégâts au mois de juillet, rappelant celle qui avait été suivie par Prillieux en 1892, année sèche aussi; le développement du parasite sur les plantes était tel que les capitules peu nombreux restaient petits.

Sur haricots, l'Anthracnose a été observée fréquemment en été, tandis que l'hiver les pommes de terre en conservation ont été sujettes à des attaques de *Fusarium.*

IV. Maladies des Plantes d'ornement et à Parfum.

A la Station d'Antibes on a observé :

1° *Dépérissement bactérien des Hydrangea.* — Sur *Hydrangea* cultivés chez plusieurs horticulteurs de la région de Cannes, un dépérissement produit depuis deux ans des dégâts assez graves. Ils se manifestent par des plages allongées de couleur brune sur les tiges, avec prolongation dans le pétiole et les nervures principales. Ces symptômes, qui rappellent beaucoup ceux que le *Bacterium Mori* provoque sur Murier sont produits par une bactérie qui a pu être isolée. La maladie débute en juin, sur boutures déjà bien « racinées », et elle semble favorisée par une humidité élevée et par un ombrage excessif. Les variétés *Merveille* et *Rosabelle* sont particulièrement attaquées. La variété *Pasquier* semble plus résistante. Une vieille variété, d'intérêt horticole médiocre, *Autaxa,* montre jusqu'à présent, une complète résistance;

2° *Anthracnose des Agaves.* — Les recherches poursuivies sur Anthracnose des Agaves ont permis d'étudier, à côté du *Colletotricum Agaves* Cav., diverses espèces fongiques parasites, en particulier le *Leptosphaeria obtusispora f. Agaves.*

L'ensemble de cette étude a fait l'objet d'une publication dans les *Annales des Epiphyties.*

Les greffages du *Jasminum grandiflorum* sur les diverses espèces de Jasminum seront repris à titre expérimental en vue d'une résistance meilleure au Pourridié.

Essai de culture de diverses plantes demandées par la parfumerie (*Hollboelia latifolia Tagetes, Pelargonium,* etc.).

V. Maladies de la Pomme de Terre.

1° *Mildiou.* — A la Station centrale les études ont continué pour établir les bases d'un

système des Avertissements agricoles contre cette grave maladie; les recherches ont porté en particulier sur les points suivants :

1° Étude du développement des invasions en fonction des conditions de milieu;
2° Importance des foyers primaires.

En 1941 et 1942 la première invasion du Mildiou s'est ébauchée au cours ou à la fin d'une période pluvieuse de huit à dix jours. Elle s'est généralisée d'emblée, sans qu'il soit permis de voir une influence particulière des foyers primaires, constitués par des lots de plantes issues de tubercules mildiousés. En 1942, les premières taches sur les feuilles sont apparues sur les plantes placées au voisinage d'un foyer constitué par des cultures pures du champignon incorporées au sol au moment de la plantation; l'invasion s'est étendue rapidement à l'ensemble de la culture deux jours après.

Des recherches seront entreprises en ce qui concerne la possibilité pour le *Phytophtora infestans* de vivre en saprophyte sur différents milieux (paille, fumiers, terre, terreau, etc.).

2° *Dégénérescence* (maladies à virus). — L'étude de cette question est à la base du système de production de tubercules de semences sélectionnés. A Versailles, les recherches durant l'année 1942 ont essentiellement porté sur l'étude des Mosaïques chroniques de certaines variétés de pomme de terre. Dans une note préliminaire publiée en 1943 il a été relaté l'isolement du virus de la mosaïque chronique de la variété *Royal Kidney*. Il s'agit d'une forme peu virulente du virus «X» (type S de Salaman). On a pu isoler de même le virus de la Mosaïque chronique de la variété *Arram Banner;* il s'agit encore d'une souche du virus X, mais légèrement différente de celle de la *Royal Kidney*. On a pu préciser quelques caractères distinctifs de ces deux souches. Enfin des tubercules de la variété *Doon Star* également atteinte par une Mosaïque chronique ont fourni un virus très différent des deux précédents et dont la détermination précise n'est pas achevée. Ce virus est extrêmement virulent chez le Tabac qui réagit sur les feuilles inoculées par de très graves lésions nécrotiques. Les symptômes secondaires se rapprochent de ceux qui sont fournis par le virus X.

Des études ont été entreprises en outre sur une Bigarrure avec chute des feuilles affectant des pommes de terre de la variété *Institut de Beauvais*. Le virus a pu en être isolé. L'étude des principales propriétés de ce virus sera poursuivie en 1943.

Un virus apparu spontanément sur des Tabacs en serre est à l'étude; il a pu être inoculé au *Nicotiana glutinosa* et au Haricot. Ces deux plantes réagissent par des nécroses locales sur la feuille inoculée.

Une série d'expériences ont été mises en route en vue d'étudier le phénomène de prémunition dans le cas du virus X. On a pu montrer que les plantes inoculées par le virus de la Mosaïque chronique de la *Royal Kidney* deviennent résistantes à une souche virulente du virus X isolée de la même variété. L'inoculation de cette dernière souche protège le Tabac contre le virus X de la Mosaïque de la variété *Arran Banner*. La plante est protégée après écoulement d'une période d'incubation dont on a pu préciser la durée dans les différents cas.

Quelques essais ont été réalisés sur le virus de la Mosaïque du Tabac dont il a été possible d'isoler un mutant produisant des taches jaune vif.

1° *Prospection en montagne*. — La Station d'Antibes a poursuivi cette prospection dans diverses régions des Basses-Alpes, situées respectivement à 1.000, 1.200 et 1 500 mètres d'altitude. A Colmar, où l'épuration sanitaire a été très soigneusement effectuée, on a

noté un abaissement notable du taux de malades de « dégénérescence ». Des lots contaminés à 35 p. 100, cultivés et épurés en 1941, ont donné en 1942, des cultures ne présentant plus que 12 p. 100 de pieds malades. Des parcelles ont été plantées cette année, avec des plants sélectionnés provenant de Bretagne, et appartenant aux variétés : *Ackersegen, Bintje, Etoile du Léon*, et *Royal Kidney*.

Les observations effectuées confirment la possibilité technique de la sélection en montagne ; seules les conditions économiques actuelles limitent l'extension de cette production.

La variété *Ackergesen* semble particulièrement adaptée à ces régions, où les variétés tardives présentent le grand avantage de ne pas souffrir de la sécheresse estivale (très grave en 1942). La tubérisation tardive peut bénéficier des pluies qui se produisent toujours dans ces vallées alpestres, dans la deuxième quinzaine d'août et pendant le mois de septembre.

Cette observation a été confirmée par l'examen des cultures des autres régions méridionales.

2° *Contrôle des syndicats de sélection.* — La Station a participé à ce Service en effectuant au titre de la C. O. C. le contrôle au troisième degré des syndicats de sélection des Cévennes et des Pyrénées.

3° *Flétrissement bactérien.* — La Station de Versailles a continué les essais sur cette maladie qui cause des dégâts importants dans quelques cultures de la Bretagne et d'autres régions.

Les recherches ont eu pour objet :

a. *De préciser les caractères et l'évolution de la maladie sur différentes variétés.*

Ce travail a été conduit en serre et en plein champ.

Si dans le cas général, la maladie se manifeste par un flétrissement tardif en première année, il est cependant possible d'obtenir la forme *nanisme* sur certaines variétés dès la première année. Les variétés *Osbote, Hetman, Edelgard* réagissent ainsi.

Les types de pourritures observées sur différentes variétés sont très variables, certaines peuvent être confondues avec des altérations rapportées habituellement à d'autres parasites comme le Mildiou ou les bactéries de la Jambe noire. Pour cette raison, il est probable que la maladie est plus ancienne qu'on ne le croit.

Depuis deux ans, 30 à 40 variétés ont été soumises à l'épreuve des inoculations. Certaines sont aussi sensibles que l'*Institut de Beauvais, Osbote, Cellini, Saucisse*, etc ; d'autres souffrent moins de la maladie, soit qu'elles mûrissent assez tôt (échappant par une évolution rapide à la maladie qui demande un certain temps pour manifester ses effets) comme *Rosa*, soit qu'elles s'opposent à l'infection pour une raison ignorée ; quelques-unes demeurent indemnes : *Furore, Konsuragis.*

b. *De préciser la part qui revient à la dissémination par la lame de couteau dans l'extension de la maladie chez les variétés ou les tubercules sont sectionnés :*

Des séries de 50 tubercules ont pu être inoculées sans « recharger » les lames tranchantes.

c. *D'étudier les moyens de désinfection soit de la lame de couteau, soit des fragments de tubercules contaminés par sectionnement :*

Il avait été indiqué précédemment que l'*eau de Javel* pure, le *bichlorure de mercure* à 1 et 10 p. 100 donnaient de bons résultats et qu'une immersion de la lame pendant quatre minutes suffisait à inactiver les bactéries.

On a pu préciser récemment que l'on pouvait employer une solution d'eau de Javel plus faible à 50 ou même 10 p. 100 et que le nitrate d'argent à 1 p. 100 donnait des résultats incertains.

Par contre, la désinfection des fragments de tubercules inoculés s'avère insuffisante sinon inefficace (produits essayés, *eau de Javel* à 10 p. 100 [20 minutes;] *bichlorure de mercure* 1 p. 1.000 [20 minutes]; *nitrate d'argent,* 1 p. 1.000 [20 minutes].

d. *De caractériser les bactéries isolée en culture pure.*

4° *Gale noire ou maladie verruqueuse.* — Le parasite, encore limité, est certainement destiné à se répandre dans la France entière; il y supprimerait ou en réduirait les rendements de plus de moitié, si l'on ne possédait pas dans l'emploi des *variétés résistantes* un moyen simple de lutte; mais actuellement la plupart de ces variétés sont d'origine étrangères, en particulier allemande; leur choix doit être adapté aux conditions de la culture et de la consommation française. La culture des variétés nouvelles est contrôlée dans un autre service. Il convenait d'étudier la résistance de ces variétés au Mildiou, au « Flétrissement bactérien », etc. Des essais culinaires ont été effectués aussi à Versailles, avec les principales variétés. Ils montrent que ces variétés correspondent bien aux nécessités culturales (résistance au mildiou, etc.); il serait cependant indispensable de créer dans les diverses régions de la France 200 à 250 champs d'expérience pour étudier le comportement cultural de ces variétés (étude déjà commencée par la Station d'Antibes pour le Sud-Est, etc.).

VI. Carie du Blé.

Cette maladie est très importante par elle-même, mais surtout dans les circonstances actuelles où le traitement des semences risque d'être fait de façon imparfaite par suite du manque de cuivre et de l'insuffisance de la main-d'œuvre. De plus, c'est un parasite qui permet d'étudier facilement la valeur des différents produits au point de vue de leur valeur anticryptogamique pour la désinfection des semences.

A la Station centrale les produits suivants se sont révélés efficaces :

Chloronaphtol, en trempage à 2-6 ou 20 p. 1.000; mercaptobenzothiazol, en trempage à 20 p. 1.000; chloromercuriphénol, poudrage à 20 p. 10.000; trioxyméthylène à 50 p. 100 et talc (200 gr. pour 100 kilogr. de semences). Produit Cr en poudrage (200 gr. pour 100 kilogr.); produit Cr, humide, trempage solution à 1 p. 1.000.

VII. Maladies des Plantes oléagineuses.

La Station centrale a repris l'étude des parasites de ces cultures, un peu négligées jusqu'ici, cultures qui ont pris une importance spéciale dans les circonstances actuelles où elles ont réapparu un peu partout sur des surfaces il est vrai limitées. Les observations faites à Versailles et dans le Gard montrent que la Rouille a été abondante sur le Tournesol (*Helianthus anuus*); elle n'a pas été observée sur le Topinambour (*Helianthus tuberosus*) et sur la plante florale (*Helianthus multiflorus*) quoique les botanistes considèrent souvent qu'il s'agit de la même espèce de Rouille; il ne paraît pas y avoir contamination d'une espèce d'hôte à l'autre.

Sur le Colza on a étudié une anomalie (fasciation) appelée dans le Midi *Colza crochu,* dont l'étude a été commencée pour établir dans quelle mesure ce caractère est héréditaire.

C'est en effet un caractère de variété qui présente un notable intérêt cultural. Les siliques de « Colza crochu » mûrissent plus uniformément et il est plus facile d'éviter l'égrenage qui est une des difficultés importantes de la récolte du Colza surtout dans le Sud-Est, pays sec soumis à des vents violents.

VIII. Questions diverses.

1° *Parasites divers.* — L'étude des parasites est la base essentielle de la Pathologie végétale, c'est elle qui a donné à cette science les fondements solides qu'elle possède actuellement; sans ces recherches nos connaissances sur les maladies des plantes ne seraient qu'une confusion, un chaos, comme il y a un siècle ou deux. Cette question se développe lentement, mais sûrement grâce aux études faites dans les divers services lorsque des conditions favorables se présentent (*Cylindrosporium* et rouille du Cerisier, maladies des plantes d'ornement, etc.).

2° *Maladies à virus* (voir Pomme de terre).

3° *Physiologie des champignons parasites.* — La Station d'Antibes a fait une étude méthodique de la biologie de diverses espèces appartenant au groupe des Phytophthorées (*Phytium*), parasites des fruits et des cultures maraîchères.

Ces recherches sont effectuées sur solutions nutritives « standard » (milieu de Raulin modifié au point de vue de la teneur en éléments constitutifs, acidité en particulier).

Des essais de substances du groupe des hormones de croissance ont été commencés.

IX. Importance de la Pathologie végétale pour l'Agronomie.

(Interview radiodiffusée par le Poste Radio-Paris, sous la direction de M. Dutal, *Le Fermier à l'écoute*, les 24, 25 et 27 mai 1943.)

1° G. Arnaud, Directeur de la Station centrale de Pathologie végétale.

Importance de la Pathologie végétale. — En d'autres temps il aurait été nécessaire d'insister pour faire comprendre aux personnes étrangères à l'Agriculture l'importance du traitement des maladies des plantes, par les sels de cuivre par exemple. Les circonstances actuelles ont provoqué des mesures : collectes du cuivre, échange du cuivre contre du vin, projet d'impôt-métal, qui grâce à la presse et à la radiodiffusion ont « popularisé » la nécessité de traiter les cultures pour pouvoir récolter.

Le mildiou de la Vigne, celui de la Pomme de terre, sont en effet de graves maladies; avant la guerre on les combattait assez facilement grâce aux sels de cuivre, mais en 1943 les dégâts pourraient être importants. Autrefois le mildiou de la Pomme de terre a causé de véritables famines en Irlande, avant que l'on connaisse les traitements cupriques; en 1915, pendant l'autre guerre, les traitements contre le Mildiou de la Vigne ayant été incomplets et la maladie grave, la production du vin fut abaissée de 50 millions d'hectolitres à 17 millions; actuellement en prenant seulement pour base le prix du vin ordinaire taxé, ce serait une perte de 9 à 10 milliards; quoique le milliard ait perdu un peu de son prestige un pareil déficit pèserait lourdement sur l'économie nationale.

Les maladies qui sont les plus dangereuses sont en général d'origine étrangère; depuis cent ans environ, il y a eu, tous les cinq ou dix ans, introduction d'un parasite notable qui a nécessité des études nouvelles et une adaptation spéciale de la culture française; il est

du reste utile de poursuivre les recherches sur les problèmes déjà partiellement résolus pour en perfectionner la solution et pour diminuer les frais de traitement.

Le cuivre est à la base et il convient de réserver à l'Agriculture la plus grande partie des quantités disponibles; le soufre vient ensuite; enfin pour certaines maladies on lutte par l'utilisation des variétés résistantes.

Organisation des recherches. — Les recherches s'effectuent dans divers centres, en dehors de la Station centrale; il y a des laboratoires de nos services à Bordeaux, Avignon, Antibes, etc. Une mention spéciale est à faire pour la Station de recherches viticoles de Montpellier, la Viticulture étant en quelque sorte la mère de la Pathologie végétale. D'autres organismes existent aussi, en dehors de nos services.

Gale noire de la Pomme de terre. — C'est une des maladies graves contre laquelle on lutte par l'utilisation des variétés résistantes ou comme l'on dit dans le jargon scientifique, des variétés *immunes*. Elle est due à un des derniers parasites dangereux introduits en France; elle s'étend lentement, mais sûrement. Il est nécessaire de créer un peu partout en France des champs d'essais pour adapter le choix des variétés résistantes aux conditions culturales de diverses régions. Ces variétés sont déjà connues en assez grand nombre dans les pays voisins, surtout ceux qui ont été envahis avant nos cultures par cette maladie.

Questions diverses. — Beaucoup d'autres questions sont à l'étude, mes collaborateurs pourront en exposer quelques-unes si vous le désirez.

2° M. Limasset, chef de travaux .

Recherches sur les Maladies à virus des Plantes.

Les maladies à virus sont provoquées par des agents pathogènes contagieux que leur extrême ténuité rend invisibles au microscope ordinaire. Depuis quelques années, grâce à de remarquables travaux réalisés aux États-Unis et en Angleterre, on commence à soupçonner la nature de ces agents. Enfin tout dernièrement des travailleurs allemands ont pu photographier les particules de certains virus à l'aide du microscope électronique, appareil récent qui permet d'obtenir des grossissements énormes.

A la Station de Pathologie végétale nous nous attachons particulièrement à l'étude des virus attaquant la Pomme de terre. Ceux-ci provoquent chez cette plante de très graves maladies généralement désignées d'une façon tout à fait impropre sous le nom de « dégénérescence ». Ces maladies se traduisent par une diminution de récolte qui peut devenir considérable. Le virus se propage par le tubercule. Tous les tubercules issus d'une plante infectée donnent donc naissance l'année suivante, si on les utilise comme semence, à autant de plantes malades. De plus, au cours de la végétation, certains pucerons qui piquent les fanes de la Pomme de terre pour se nourrir de leur sève, propagent le mal d'un pied à l'autre. D'année en année les dégâts s'aggravent et l'on n'obtient plus, au bout d'un certain temps, que des plantes naines, rabougries, fournissant des tubercules minuscules et rares.

Nous nous attachons spécialement ici à déterminer les principaux virus attaquant la Pomme de terre afin de connaître l'importance relative de leurs dégâts, leur répartition sur les principales variétés et leurs propriétés essentielles. Nous faisons en outre des essais dans le but de voir s'il ne serait pas possible de protéger la Pomme de terre contre certains virus par des procédés comparables à la vaccination; jusqu'ici en effet la seule méthode de lutte qui ait donné des résultats est la sélection de lots sains dans des milieux peu favorables à la propagation des Pucerons vecteurs.

Nous avons plusieurs souches du virus X de la Pomme de terre entretenues par repiquage sur le Tabac. Pour inoculer un Tabac on dépose sur une feuille quelques gouttes de jus infectieux que l'on étale avec une baguette de verre coudée à l'extrémité en exécutant un rapide mouvement de va-et-vient. Au bout de quelques jours on voit généralement apparaître sur la feuille ainsi traitée des anneaux concentriques. Plus tard d'autres anneaux apparaîtront sur les autres feuilles. Sur la Pomme de terre les symptômes de ce même virus sont très différents. Il s'agit d'une mosaïque. Les feuilles présentent des plages décolorées et sont comme marbrées. Lorsqu'il est seul le virus X est en général peu dangereux pour la Pomme de terre. Il n'en est pas de même en cas d'attaques combinées avec d'autres virus comme le virus Y que nous entretenons également sur des Tabacs. Certaines variétés de Pommes de terre qui tolèrent assez bien chacun de ces virus lorsqu'il sont seuls réagissent très gravement à leur action combinée.

On peut voir un essai de vaccination en cours. Des plantes ont été inoculées le 22 février avec une souche faible du virus X; chaque jour une de ces plantes est réinoculée avec une souche virulente. On constate que les plantes qui ont été réinoculées avec la souche virulente avant le 1er mars présentent sur leurs feuilles les anneaux caractéristiques de cette dernière. Les autres sont protégées. Après écoulement d'une incubation de six jours les jeunes Tabacs peuvent donc être considérés comme vaccinés contre le virus X.

3° M. Lansadé, chef de travaux.

Deux sujets principaux, importants au point de vue économique, font l'objet de recherches : *une maladie bactérienne de la Pomme de terre, le chancre du Peuplier.*

L'affection de la Pomme de terre se traduit par le flétrissement de la plante en fin de végétation et par la pourriture des tubercules. Elle entraîne la destruction presque complète de la récolte dans les pieds atteints et l'on peut compter 10 à 20 p. 100 de plantes malades dans certaines cultures. Quelques tubercules peuvent conserver un aspect normal; ils sont cependant infectés et ils révèlent sur la coupe une zone jaunâtre, laissant exuder un mucus.

Par des observations faites sur place, en Bretagne, et de nombreux essais au laboratoire, il a été possible de suivre le développement de la maladie et d'en préciser les principales phases. Ainsi on a pu établir :

1° Que la maladie se perpétue d'une année à l'autre par le tubercule de semence et que la lignée s'éteint rapidement en deux ou trois ans;

2° Que la dissémination s'effectue lorsqu'on sectionne les tubercules lors de la préparation des semences. La lame de couteau qui a touché un tubercule malade peut contaminer au moins cinquante morceaux et chacun d'eux donnera une touffe malade. C'est en raison de ce caractère si particulier que la maladie n'atteint guère que les variétés à gros tubercules que l'on est obligé de couper, telle que *Institut de Beauvais* et *Ackersegen.*

Connaissant ces particularités il a été possible de mettre au point une méthode de lutte simple et commode :

1° Éliminer les touffes malades pendant la végétation;

2° Éviter la pratique du sectionnement, et, si on est obligé d'y recourir, désinfecter la lame du couteau en l'immergeant quelques minutes dans un antiseptique : eau de Javel ou alcool à 95° qui donnent d'excellents résultats.

Le Chancre du Peuplier affecte les rameaux, les tiges, le tronc sous la forme de plaies plus ou moins profondes entourées de bourrelets saillants, accompagnées souvent d'écoule-

ments noirâtres. Le chancre ne se cicatrise pas et son évolution est parfois très lente.

La maladie affaiblit progressivement l'arbre mais elle le tue rarement; son inconvénient principal est de rendre le bois absolument inutilisable comme bois d'œuvre.

Actuellement la maladie sévit dans une région assez limitée qui comprend la vallée de l'Oise et les vallées adjacentes, de Saint-Quentin jusqu'à Laon et au nord de Compiègne. Il existe çà et là en France d'autres foyers épars.

Les recherches entreprises ont eu pour objet :

1° De préciser le rôle de divers organismes (champignons ou bactéries) trouvés associés au chancre;

2° D'étudier le comportement des différents types de Peupliers vis-à-vis de cette maladie.

A cet effet, une pépinière expérimentale, réunissant une importante collection, a été crée dans la région la plus contaminée et c'est sur le terrain même que tout le travail expérimental a pu être réalisé.

Il a déjà été possible de préciser le rôle de divers parasites et d'observer des différences dans la sensibilité des espèces de Peupliers.

Le chancre attaque couramment les espèces du groupe des Peupliers noirs (Peuplier noir ordinaire, Peuplier du Canada) et la plupart des forme hybrides cultivées. Les Peupliers blancs (Peuplier blanc ordinaire, Grisard) sont généralement indemnes.

PUBLICATIONS.

Arnaud (G.). — La «Gale Noire» ou «Galle verruqueuse de la Pomme de terre. (*Annales des Épiphyties* nouvelle série, t. VIII, fasc. 2, p. 89.)

Arnaud (G.). — Essais de traitement des maladies des plantes en 1941. (*Annales des Épiphyties*, nouvelle série, tome VIII, fasc. 2, p. 99.)

Limasset (P.). — La Mosaïque chronique des Pommes de terre de la variété Royal Kidney. (Comptes rendus de l'Académie d'Agriculture.)

Lansade (M.). — Communication à la Chambre d'Agriculture sur le Mildiou de la Pomme de terre. (*Bulletin de la Chambre d'Agriculture* n° 29, 1942.)

Branas (J.). — La lutte contre le Mildiou et les mesures prophylactiques. (*Le Progr. agric. et vit.*, tome 117 1942, n°s 2 et 3.).

Branas (J.). — Essais des produits anti-cryptogamiques en 1942. (*Loc. cit.*, tome 118, 1942, n°s 45-46.)

Branas (J.). — Recherches sur l'isolement du virus du Court-Noué. (*Loc cit.*, tome 118, 1942, n°s 28-29.)

Branas (J.). — Toxicité des électrolytes à l'égard du Mildiou. (*Loc .cit.*, tome 118, 1942, n°s 28-29)

Branas (J.). — La lutte contre l'Oïdium en 1943. (*Loc. cit.*, tome 119, 1943, n°s 2 et 3.)

Branas (J.). — L'ammoniure de cuivre. (*Loc. cit.*, n° 9.)

Stations centrales de pathologie végétale et d'amélioration des plantes. — Les maladies de la Pomme de terre. (Brochure à l'usage des sélectionneurs, avec 19 planches en couleurs et 5 figures dans le texte, publiée par les soins du *Service de la Protection des végétaux*, 1943, sous presse.)

Gaudineau (Mlle M.), Barraud (Mlle) et de Sèze. — Essais de produits anticryptogamiques. (*Annales des Épiphyties*, 2e série, tome IX, 1943, p. .)

Lafon. — La lutte contre le Mildiou et l'économie de cuivre. (Extrait du *Bulletin de l'Office international du vin*, janvier-février 1942.)

Lafon. — A propos des essais d'ammoniure de cuivre contre le Mildiou. (Extrait du *Bulletin de l'Office international du vin*, juillet-août 1942.)

Raucourt. — Les essais de produits anticryptogamiques en 1942. (*Bulletin de l'Office international du vin*, 1943, n° 155.)

COMPTE RENDU SOMMAIRE

DES TRAVAUX POURSUIVIS DANS LES LABORATOIRES DE ZOOLOGIE AGRICOLE

EN 1943

par B. Trouvelot.

Lutte contre les insectes nuisibles.

Les recherches ont été surtout dirigées vers l'étude de quatre insectes ou groupes d'insectes ayant actuellement un rôle fondamental pour notre économie agricole : le Pou de San José; le Doryphore et les Pucerons de la pomme de terre, les Hannetons.

Sur le *Pou de San José*[1], au point de vue biologique, des précisions nouvelles ont été acquises sur le cycle de l'espèce sur le littoral méditerranéen et dans le Lyonnais; l'établissement des listes de plantes hôtes et de plantes résistantes se poursuit à la fois par des observations directes mais surtout par des travaux de contaminations artificielles faites sur des plantations expérimentales répétées en diverses zones d'invasion et dont la réalisation s'est poursuivie. L'anatomie pathologique des arbres de divers degrés de sensibilité a fait l'objet d'une attention toute spéciale.

En liaison avec la nouvelle section de phytopharmacie établie à Antibes, les essais comparatifs de produits coccicides capables de remplacer les huiles qui deviennent de plus en plus rares, ont été organisés; parallèlement à eux fut abordée l'étude des doses d'acide cyanhydrique mortelles pour le Pou de San-José selon l'âge de l'insecte et les conditions du milieu ambiant et précisé le comportement du gaz sous les bâches de traitement en plein air. Ces diverses études permirent de mettre au point la désinfection de plants de pépinières ou de fruits avec emploi de fumigatorium. En outre, elle va servir de base pour la définition de méthodes de traitements cyanhydriques sur arbres bâchés, adaptées à notre climat et aux conditions de notre production horticole.

Une mission d'étude en Algérie a permis d'établir d'étroits liens de travail entre les laboratoires opérant en des territoires différents et de préparer une méthode d'expédition des fruits nord-africains donnant les garanties sanitaires voulues pour la métropole.

[1] Trouvelot et Vezin. — Le Pou de San José sur les cultures fruitières en France, C. R. Acad. Agric., fév. 1942.

Les études sur le *Doryphore*[2] [3] furent orientées d'une part vers la détermination des conditions de pullulation de l'insecte dans un certain nombre de régions qui n'avaient pas été étudiées jusqu'à ce jour avec précision (Bretagne, Languedoc, Vallée du Rhône, Vosges), d'autre part vers le perfectionnement des luttes biologiques et chimiques. Dans cette dernière voie, mérite d'être citée la découverte faite à la Station centrale, des propriétés insecticides très marquées de la saponine vis-à-vis des larves du Doryphore.

Les *Hannetons*[4] et Vers blancs présentent depuis plusieurs années une grande nuisibilité dans tout le Nord-Ouest de la France. Les travaux poursuivis en 1942 ont montré comment les grandes invasions étaient localement liées à l'abondance d'arbres de certaines essences feuillues et sur lesquels la surveillance doit être concentrée. Les cartes donnant les régions de dégâts constants de Vers blancs, les années à Hannetons, ont été établies en liaison avec le Service de la Protection des végétaux; l'étude des possibilités d'emploi des Hannetons ou Vers blancs récoltés a été effectuée ainsi que celle du comportement des Vers blancs dans le sol; la grande sensibilité des Vers blancs aux façons culturales du sol a été mise en évidence et permet de conseiller des travaux culturaux qui l'été détruisent beaucoup de larves.

Parmi les *ravageurs importants encore étudiés en 1942, mais en seconde ligne,* se placent : les Pucerons vecteurs de maladies à virus sur les Pommes de terre[1] et la Vigne, notamment dans les régions de sélection de la pomme de terre et dans le vignoble champenois; la Teigne des pommes de terre qui s'est beaucoup étendue sur le littoral méditerranéen[1]; la Cochenille du mûrier dans les Cévennes et la Vallée du Rhône; les insectes des Lavandes; ceux des Peupliers; enfin les Courtilières; la Mouche des cerises et la Mouche des asperges; les Tordeuses de la grappe; les Rhynchites des fruits[1]; la Pyrale des haricots.

Au cours de l'année 1942, une importante impulsion a pu être donnée aux *Laboratoires de Faunistique agricole* de Versailles et de Montpellier qui ont pu réaliser l'examen précis de 4.000 échantillons environ. Ce travail a permis de contrôler la diffusion exacte d'insectes redoutés et en plus de compléter nos connaissances sur l'écologie et la distribution de nos espèces agricoles.

Selon une orientation actuelle des services tendant à développer divers laboratoires spécialisés, a été reprise la constitution d'un *laboratoire particulier pour les études sur les insectes auxiliaires,* établi sur le littoral méditerranéen, c'est-à-dire dans la région la plus favorable au travail projeté. Ce laboratoire réalisé en 1913 à Menton, comme insectarium, puis déplacé à Antibes où il se trouve actuellement va reprendre son orientation primitive et être développé en conséquence.

Insectes utiles.

Un effort tout particulier s'imposait cette année pour relever d'urgence les productions données par des insectes utiles comme les Abeilles et le Ver à soie, qui étaient beaucoup tombées dans ces dernières années, et dont l'intérêt actuel est considérable. Les travaux faits ont été orientés d'une part vers la mise au point d'une documentation

[2] Grison et Deloustal. — Caractères écoiogiques de l'évolution du Doryphore en Bretagne en 1942. (*C. R. A. C. Agr. Fr.* 1843, XXIX, n° 3)

[3] Grison et Couturier. — Sur les générations de *Leptinoiarsa de cemlineata* Say dans le Bordelais en 1942 en cours impr. *Rev. Path. Vég. Ent. Agric.*)

[4] Regnier. — Considération sur le Hannetonnage, C. R. Acad. agric. franc., 1943, n° 4, p. 138.

[5] Cairaschi. — Remarques sur l'isolement sanitaire pratique dans les cultures de Pommes de terre sélectionnées, Acad. agric., 1943, n° 3.

[1] Pussard. — A propos de la Teigne de la Pomme de terre, C. R. Acad. agric. franç., nov. 1942.

[6] Pussard. — Amélioration de la production de la culture fruitière dans la Haute-Vallée du Verdon, C. R. Acad. franç., sept. 1942.

à jour qui servira de base pour les services de propagande, d'autre part vers le perfectionnement des techniques d'élevage.

Pour les *Vers à soie*, une lutte plus complète contre les maladies épidémiques a été fixée et peut servir à une revision immédiate de législation sanitaire. Les études méthodiques des races, des rendements donnés chez l'éducateur puis au dévidage des cocons, sont préparées pour être commencées en 1943 avec le concours des groupements professionnels. Elles serviront de point de départ pour des sélections poussées puis la réalisation de croisements industriels, travaux faits jusqu'à ce jour d'une manière encore empirique et partielle.

Pour les *Abeilles*, ont été étudiés des modèles de ruches s'exploitant sans étouffage et la lutte contre les maladies. Les travaux préliminaires sur les maladies faits en laboratoire furent prolongés par des essais locaux d'éradication qui s'amplifieront en 1943 et permettront de commencer, avec les services vétérinaires, un renforcement dès 1943 de la lutte contre les maladies des Abeilles.

Les Vertébrés.

Rarement la lutte contre les vertébrés nuisibles avait soulevé autant de problèmes qu'en 1942. La cause doit en être recherchée dans les restrictions apportées à l'emploi des armes à feu, le développement des jardins, la pénurie en poisons habituels (stychnine, scille) et en supports pour appâts, le développement des reforestations, le prix des fourrures. La lutte contre le lapin a motivé l'installation d'un laboratoire de campagne pour son étude en Sologne. Celui-ci commence à fonctionner depuis avril dernier. Après le Lapin de garenne, comme espèce principale ayant retenu l'attention du Service, se sont placés : le Rat musqué, le Rat gris, les Campagnols et les Corbeaux.

DOCUMENTATION.

Pathologie végétale.

Hähne (H.) : **Rapport sur la question de la lutte contre la maladie de la graisse des haricots causée par *Pseudomonas medicaginis var. phaseolicola* Burkh.** (Beiträge zur Frage der Bekämpfung der durch *Pseudomonas medicaginis var. phaseolicola* Burkh. verursachten Fettfleckenkrankheit der Bohne.) *Angewandte Botanik*, janv.-avril 1942, t. XXIV, Heft 1 et 2.

Le travail consiste à expliquer et à appliquer en pratique les possibilités de lutte étudiées au point de vue théorique. Les recherches effectuées montrent que l'emploi comme mesure préventive des seules semences saines n'est pas praticable, car : 1° la maladie est déjà si fortement répandue que ce serait impossible de retirer des cultures des semences non atteintes en quantité suffisante ; 2° en éliminant les semences que l'on suppose malades on n'obtient pas sûrement de bons résultats, car des semences d'apparence saine peuvent être contaminées ; en outre, les graines malades n'ont aucune signification pratique, car, en règle générale, elles ont perdu leur faculté germinative ; 3° l'élimination de toutes les plantes présentant des symptômes de la maladie ne conduit sûrement pas à l'obtention de semences saines car la maladie peut être présente quoique invisible ; 4° avec les traitements chimiques on ne peut atteindre que la surface de la graine ; 5° les traitements à l'eau chaude sont pratiquement inutilisables, car la plupart des sortes de haricots sont trop sensibles pour un pareil traitement. Les pulvérisations cupriques peuvent être appliquées aux haricots verts. Pour les cultures destinées à l'obtention de haricots en grains, on n'arrive pas à écarter complètement la maladie, mais cependant on obtient un accroissement de rendement. La bouillie cuprique à 1 p. 100 fut plus efficace que les produits cupriques commerciaux ; d'ailleurs 1/2 p. 100 est une dose vraisemblablement aussi active que 1 p. 100 ; de sorte que, par l'emploi d'une bouillie cuprique à 1/2 p. 100, on réalise une notable économie en sulfate de cuivre.

Muller (K.-O.) et Griesinger (R.) : **Influence de la température sur la réaction des sortes de pommes de terre sensibles et résistantes vis-à-vis du *Phytophthora infestans*.** (Der Einfluss der Temperatur auf die Reaction von anfälligen und resistenden Kartoffelsorten gegenüber *Phytophthora infestans*.) *Angewandte Botanik*, janv.-avril 1942, t. XXIV, nᵒˢ 1 et 2.

Le minimum de température pour le développement du *Phytophthora infestans* sur les pommes de terre n'atteint pas tout à fait 5° C ; l'optimum mesuré pour la région la plus

luxuriante du mycelium, à la surface des parties infectées, se tient entre 19° et 20°. Le maximum s'établit entre 25° et 26°.

La réaction de défense dans les deux sortes résistantes commence à se manifester entre 5° et 11°,5 et est d'autant plus rapide que la température est plus élevée ; l'accélération se ralentit entre 21 et 25°. La nécrose de défense est d'autant plus intense que la température est plus basse. Chez la sorte Erdgold la réaction de défense est lente par rapport à la vitesse de développement du parasite, ce qui détermine un dépérissement prématuré. Dans cette même sorte et pour des températures différentes le développement du champignon est d'autant plus fort qu'il se passe un temps plus long entre l'apparition des premières hyphes et celle des premières réactions nécrotiques. On peut dire que la luxuriance de développement du champignon sur la surface d'infection est une résultante de la vitalité du parasite et de la rapidité avec laquelle le tubercule réagit. L'optimum de température pour la conduite des essais de résistance est compris entre 16°,5 et 21° C.

H. Faës et M. Staehelin : **De l'action accélératrice des Bouillies cupriques sur l'évaporation de la pluie, du brouillard ou de la rosée mouillant les feuilles de vigne.** *Prog. agr. et vit.*, t. 115, n° 4, p. 74, 1941.

Les auteurs préconisent la Bouillie alcaline dite Bouillie bleue : « A côté de ses qualités desséchantes dont nous proposons de fixer toute l'importance, nous devons rappeler que la Bouillie cuprique alcaline possède également une propriété capitale dans la lutte contre le Mildiou, en ce sens qu'elle conserve plus longtemps que toute autre, du cuivre actif, à la suite des précipitations atmosphériques. » Les auteurs donnent le résultat d'expériences comparatives : une plaque de verre témoin aspergée d'eau met à sécher beaucoup plus de temps que les plaques recouvertes de diverses bouillies : la Bouillie bordelaise alcaline sèche un peu plus vite que la Bouillie ordinaire neutralisée; la Bouillie bourguignonne est nettement inférieure avec le temps à la Bouillie à la chaux; le Sulfate de chaux (Bouillie Villedieu) augmente nettement l'action évaporatrice favorable; la chaux, seule et caséinée (10 pour mille de chaux), entraîne le séchage rapide des plaques, mais dans la pratique elle est trop facilement lessivée sur les feuilles; le Cuprenox (Oxychlorure de cuivre) assure aussi une certaine action évaporatrice. Ces résultats sur plaques sont confirmés sur vigne : dans un très grand nombre de cas la Bouillie bordelaise nettement alcaline ne permet pas la contamination puisqu'elle assèche en 1,46 h. la pluie tombée sur les feuilles.

M. Bar.

J. Branas et G. Bernon : **Bouillies nouvelles.** *Prog. agr. et vit.*, t. 115, n° 6, p. 97, 1941.

Les auteurs font une étude critique de la Bouillie Bruno (Sur une nouvelle formule de Bouillie cuprique : *C. R. Acad. Agr.*, 1941, 26-13; 151-157) et de la Bouillie Casale (Sulla possibilita di sostituire la poltiglia bordelese con preparati pui poveri di rame. *Giorn. Agr. Domen.*, décembre 1936). La Bouillie Bruno (Sulfate de cuivre 1, Phosphate trisodique 1.2 à 1.3, eau 100) donne un précipité à élément très fin qui passe bien dans les jets du pulvérisateur : précipité très stable, pas de brûlure. Au point de vue efficacité, le précipité est infiniment moins attaquable par l'eau de pluie que celui de la Bouillie bourguignonne à 1 et 2 %; donc la Bouillie Bruno est moins active que les bouillies ordinaires à même teneur en cuivre, en dépit de ses excellentes qualités physiques. La Bouillie Casale (mélange A : Sulfate de cuivre 0,2, acide citrique 0,050, solution commerciale de perchlorure de fer, 0.005 (vol.). Eau 100. Soude ou carbonate de sodium Q. S. pour neutraliser; Mélange B : Sulfate de cuivre 0,2, acide citrique 0,050, acide sulfurique commercial 0,460. solution commerciale de perchlorure de fer 0,005 (Vol). Eau 100, Chaux hydratée Q. S. pour neutraliser) donne un précipité peu volumineux, passant bien dans le pulvérisateur, stable, ne colore pas le feuillage. La solubilité des

dépôts est voisine de celle des précipités de la Bouillie bourguignonne à 2 %. En ce qui concerne l'efficacité, elle est plus durable que pour la solution simple de sulfate de cuivre à 0,3-0,5 % ; le Professeur I.-C. Teodorescu lui attribue une valeur presque égale à celle des bouillies alcalines à 1 %, mais dans les essais, en France, la Bouillie Casale s'est montrée insuffisante, le cuivre se trouvant engagé dans des combinaisons organo-cupriques peu actives, difficilement dissociables dans les solutions étendues.

M. Bar.

J. Branas : **L'ammoniure de cuivre.** *Prog. agr. et vit.*, t. 117, n° 9, p. 101, 1942.

L'ammoniure de cuivre ordinaire (0,3 %), vis-à-vis de la bouillie bordelaise à 2 % (100-2-1,3) : est 60 fois moins riche en matières solides, 3 fois moins adhérent, 7 fois plus riche en cuivre immédiatement soluble, possède un dépôt insoluble légèrement plus attaquable ; vis-à-vis de la bouillie bourguignonne à 2 % (100-2-0,9) : est 35 fois moins riche en matières solides, à peu près aussi adhérent, 3 fois plus riche en cuivre immédiatement soluble, possède un dépôt insoluble 4 fois moins attaquable.

Teneur en matières solides :

Bouillie bordelaise :	29,6 g. par litre
Bouillie bourguignonne :	18,2 g. —
Ammoniure cellulosique :	0,92 g. —

Adhérence sur plaque de verre polie, desséchée, soumise à l'action de la pluie artificielle, desséchée à nouveau : le dépôt obtenu est le suivant dans les deux expériences faites :

	I		II	
Bouillie bordelaise :	70	soit 1	79	soit 1
Bouillie bourguignonne :	36	0,5	37	0,47
Ammoniure cellulosique :	54,5	0,38		
Ammoniure ordinaire :			34	0,41

Cuivre immédiatement soluble : 100 mg. de dépôt dans une eau à pH 7. Dosage colorimétrique du cuivre après centrifugation (30 m. de contact) :

Bouillie bordelaise : cuivre dissous :	< 1/800.000
Bouillie bourguignonne :	< 1/400.000
Ammoniure cellulosique :	< 1/600.000
Ammoniure non cellulosique :	< 1/240.000

Le cuivre est insolubilisé après dessication et départ de l'ammoniaque. L'addition de cellulose accroît l'insolubilisation du cuivre.

Solubilité des dépôts lavés dans une solution d'acétate de Na et d'acide acétique pH 5,2 avec 114 mg. de matière sèche pour 100 cm³ d'eau, contact de 30 m., centrifugation, dosage dans le liquide clair :

Bouillie bordelaise :	12,2 mg. de cuivre abandonnés par 114 mg.
Bouillie bourguignonne :	34,5
Ammoniure cellulosique :	22,3

Conclusion : L'ammoniure cellulosique est comparable à une bouillie bordelaise à 0,8-0,9 %, il apporte trop peu de cuivre sur la vigne.

M. Bar.

E. Carrière : **A la recherche d'une Bouillie de remplacement de la Bouillie cuprique.** *Prog. agr. et vit.*, t. 117, n° 10, 11, 12, p. 121, 1942.

L'auteur compare les propriétés émulsionnantes de l'huile de pépins de raisin, de l'huile de pépins de raisins sulfonée, de la saponine du marron d'Inde, aux produits commerciaux couramment employés qui se montrent d'ailleurs supérieurs aux produits expérimentés. Il compare ensuite les Bouillies barytiques et aluminiques à la Bouillie au Sulfate de cuivre préparée avec et sans mouillant : les Bouillies barytiques se montrent nettement inférieures aux Bouillies cupriques au point de vue tension superficielle et adhérence; les Bouillies aluminiques sont plus stables, et leur adhérence sur feuilles s'est montrée au moins égale à celle des Bouillies cupriques.

M. Bar.

L.-T. Graham et C.-H. Richardson : **Pulvérisations contre le Carpocapse au moyen d'arséniate de chaux ou d'arséniate de plomb additionnés de farine de soja.** (Calcium arsenate and lead arsenate sprays with soyabean flour for codling moth control). *J. econ. Entom.*, 33, 862-865, 1940.

Les deux arséniates, de chaux et de plomb, ont été comparés contre le Carpocapse à la dose de 300 g. par hl., avec ou sans addition de 75 g. de farine de soja. Les bouillies contenaient en outre 300 g. de chaux éteinte et, pour l'arséniate de chaux, du sulfate ferreux. L'arséniate de chaux convient bien pour la première génération; l'arséniate de plomb lui est parfois supérieur, surtout sur la seconde génération. Dans les deux cas, la farine de soja est sans effet.

M. Rau.

H.-B.-S. Montgomery, M.-H. More, H. Shaw et W. Steer : **Insecticides et fongicides** (Insecticides and fungicides). *Rep East Malling Res. St. 1939*, 27, 32-34, 1940, in : *Rev. Appl. Entom.*, 29, p. 281, 1941.

Étude sur les antiparasitaires employés en arboriculture fruitière dans le S.-E. de l'Angleterre. *Huiles de goudrons :* la teneur en hydrocarbures solubles dans le sulfate de diméthyle est un bon criterium de la toxicité des huiles de fours à coke envers les œufs d'*Aphis pomi*. Les goudrons de basse carbonisation et les goudrons résiduels d'hydrogénation présentent des différences d'action nettes. Pour la destruction des œufs d'*Operophtera brumata*, la courbe de distillation des huiles est le principal facteur de leur efficacité; la viscosité a aussi une grande importance. — *Arsenicaux et bouillie sulfo-calcique :* il est plus dangereux pour les arbres fruitiers d'ajouter de l'arséniate de chaux à la bouillie sulfo-calcique que de l'arséniate de plomb. Dans les deux cas, l'addition de sulfate ferreux diminue les lésions des feuilles, mais pas celles des fruits. Dans les mélanges de bouillie sulfo-calcique et d'arséniate de plomb, la quantité d'arsenic soluble libérée, pour une concentration donnée d'arséniate de plomb, diminue quand la teneur en bouillie sulfo-calcique augmente de 0,5 à 2 p. cent. Parmi les adhésifs ajoutés aux arsenicaux, seule l'huile de pétrole augmente les résidus d'arsenic sur les fruits.

La deuxième génération de Carpocapses n'apparaît dans le S.-E. de l'Angleterre que certaines années et n'est pas importante. La génération principale peut être efficacement combattue par l'arséniate de plomb tard dans le mois de juin. Au printemps, le vent assure la dissémination de *Paratetranychus pilosus*, de sorte que les arbres traités en hiver peuvent être recontaminés.

M. Rau.

R. Hutson : **Pulvérisations contre l'Eudemis d'Amérique.** (Spraying for grapheberry moth control). *Quart. bull. Michigan Agr. Exp. St.*, 22, 263-265, 1940; in : *Rev. appl. entom.*, 29, p. 117, 1941.

Contre l'Eudemis américaine *Polychrosis viteana*, on recommande les pulvérisations arsenicales dans les premiers traitements, puis une application de nicotine stabilisée. Cinq traitements sont effectués. L'arséniate de chaux s'est montré aussi actif que l'arséniate de plomb. La nicotine et le cyanure cuivreux donnent des résultats satisfaisants.

M. Rau.

M.-A. Yothers : **Stérilisation des femelles du Pou de San-José par les bouillies sulfo-calciques.** (Females of the San José scale rendered improductive by lime-sulfur). *J. econ. Entom.*, 33, 890-892, 1940.

La stérilité des femelles du Pou de San-José après les traitements sulfo-calciques est due vraisemblablement à l'absence de fécondation. Les mâles sont tués par le traitement et il n'y a guère de fécondation à l'automne, mais seulement au printemps.

M. Rau.

G.-L. Hey : **Le Tetranyque des arbres fruitiers; sa neutralisation par les pulvérisations de printemps et d'hiver.** (Fruit tree red spider. Its control by spring and summer washes). *Fruitgrower*, 89, pp. 488 et 493-494, 1940; in : *Rev. Appl. Entom.*, 29, p. 285, 1941.

Les attaques de *Paratetranychus pilosus* posent un problème de plus en plus grave en Angleterre. Le traitement sulfo-calcique est insuffisant parce qu'inactif contre les œufs. Avant floraison, les œufs d'hiver non éclos y échappent; après floraison, certains œufs d'été sont déjà pondus.

L'auteur conseille d'examiner les arbres après la chute des pétales et de recommencer le traitement fait à ce moment, s'il reste des Tétranyques vivants au bout de 10 jours. La bouillie sulfo-calcique doit être additionnée d'un mouillant. Pour les plantes qui ne supportent pas cette bouillie, il est possible d'opérer une pulvérisation d'huile de pétrole à 1 p. cent additionnée de derris.

M. Rau.

D.-W. Wight : **Lutte contre la Mouche du chou *Delia (Hylemyia) brassicae.*** (The control of cabbage root fly.) *Agriculture*, 46, 765-772, 1940.

— **Nouveaux essais de lutte contre la Mouche du chou.** (Further experiments on the control of the cabbage root fly, *Delia* [*Hylemyia*] *brassicæ* Bouché.) *Agriculture*, 47, 187-191, 1940; in : *Rev. Appl. Entom.*, 29, 383, 1941.

Contre cette Mouche, qui attaque les racines des crucifères, on lutte efficacement au moyen de sels de mercure : poudre à 4 p. 100 de chlorure mercureux, épandue sur le sol à raison de 4 grammes par plante, solution de chlorure mercurique à 0,6 p. 1.000, employée à la dose de 0,2 l. par plante. Les applications doivent être renouvelées à plusieurs reprises.

M. Rau.

E.-P. Breakey, G.-A. Huber et K.-E. Baur : **L'emploi de la cyanamide calcique contre le Thrips du poirier, *Tæniothrips inconsequens*, dans les vergers de pruniers.** (The use of calcium cyanamide in the control of the pear thrips, *T. inconsequens* Uzel, in prune orchards.) *J. Econ. Entom.*, 33, 950-951, 1940.

Cet insecte possède une importance économique dans l'État de Washington. Sa pullulation au printemps est diminuée de 83 à 98 p. 100 par l'épandage sur le sol de cyanamide en poudre huilée, à raison de 100 à 200 kgs. par hectare. Les herbes des vergers sont brûlées par le traitement, mais reprennent rapidement leur végétation.

M. Rau.

C.-O. Persing, A.-M. Boyce et F.-G. Mac Carty : **Essais de plein champ sur la protection des agrumes contre *Scirtothrips citri*.** (Field studies on control of citrus thrips on lemon and oranges. *Calif. citrog.*, 25, p. 134, 170-172, 176-177 et 204-206, 1940; in : *Rev. Appl. Entom.*, 29, p. 295, 1941.

Dans le Sud de la Californie, on lutte contre *Scirtothrips citri* au moyen de deux traitements comportant 150 grammes d'émétique et 200 grammes de sucre par hectolitre d'eau. Il faut appliquer 20 litres de liquides sur un citronnier de grande taille. Les traitements ont lieu en mai et juillet-août. Sur l'oranger, on traite au soufre ou à la bouillie sulfo-calcique au début de l'été; en plein été, on pulvérise de l'émétique à raison de 100 grammes par hectolitre. M. Rau.

T.-C. Allen et T.-L. Carpenter : **Propriétés phytotoxiques des distillats légers de pétrole non dilués.** (Phytotoxic properties of undiluted low boiling petroleum oil distillates.) *J. of. Econ. Entom.*, 33, 591-595, 1940.

Le problème étudié était l'emploi insecticide des fractions pétroliques à bas point d'ébullition. Certains de ces produits peuvent être appliqués sans dilution sur les plantes. Les facteurs suivants ont été considérés : l'origine de l'huile, sa viscosité, son degré de raffinage. L'action toxique pour les plantes peut varier suivant qu'il s'agit de pétroles de Pensylvanie ou du centre des États-Unis. Les produits les moins dangereux sont les huiles raffinées d'une viscosité de 1,7 centistoke. Les fractions très légères sont plus nocives que les lourdes. Même dans les meilleures conditions, il importe de ne pas disperser plus de 0,8 mg. d'huile par centimètre carré de feuillage.

M. Rau.

H.-G.-H. Kearns et H. Martin : **Lutte contre le Tetranyque des arbres fruitiers.** (The control of fruit tree red spider mite.) *Rep. agr. hort. St. Bristol 1939*, pp. 60-65, 1940; in : *Rev. appl. entom.*, 29, p. 108, 1941.

A la suite des traitements dirigés contre d'autres parasites, *Paratetranycus pilosus* est devenu un des ennemis les plus dangereux des pommiers et des pruniers. On peut le combattre en attaquant les œufs d'hiver et les jeunes larves avant la ponte des œufs d'été.

Contre les œufs d'hiver, les huiles de pétrole à 5 p. 100 sont efficaces. En les employant à 5 p. 100, on atteint en même temps les œufs de Capsides. On augmente leur activité par l'addition de l'une des substances suivantes : 5 p. 100 d'huile de goudron, 0,1 p. 100 de dinitroorthocrésol, 0,4 p. 100 de sulfocyanure de lauryle, 0,22 p. 100 de sulfocyanure de butylcarbitol.

Les jeunes larves sont facilement combattues par la bouillie sulfo-calcique, les pulvérisations raténonées, les insecticides de contact à base d'huile de pétrole. Les œufs d'été résistent à ces traitements, notamment aux huiles de pétroles, aux concentrations où elles sont inoffensives pour les plantes. M. Rau.

W.-C. Ferguson : **Nouveaux insecticides à base de goudron de houille.** (Certain new coal tar insecticides.) *J. Econ. Entom.*, 33, 596-600, 1940.

Il s'agit de produits goudronneux présentés à l'état de poudres. On les obtient, soit en faisant absorber l'huile de goudron par du talc, soit en imbibant une poudre inerte au moyen d'une « solution brune ». Celle-ci est obtenue de la façon suivante : le brai du goudron est liquéfié par la chaleur (95°), puis traité par une solution de soude caustique; on sépare par décantation ce qui passe en solution. Cette solution est partiellement neutralisée par le gaz carbonique ou l'acide sulfurique, concentrée par évaporation jusqu'à 30 p. 100 de matières solides, puis incorporée à la poudre. La « solution brune » a extrait du brai les sels de soude des phénols supérieurs, quelques hydrocarbures, et des résines à l'état colloïdal.

Dans cette opération, les fractions acides du brai ont été précipitées par l'acide

sulfurique; elles forment des sels avec différents métaux, notamment avec le cuivre. Ces précipités, après lavage, peuvent aussi être dilués dans le talc.

Les différentes poudres ainsi préparées contiennent de 0,5 à 1 p. 100 d'huile de goudron; de 1 à 6 p. 100 de « solution brune »; 10 p. 100 de la combinaison cuprique du brai. Elles sont inoffensives pour les plantes et agissent sur plusieurs insectes comme les poudres roténonées et la cryolithe. M. Rau.

W.-C. Ferguson et D.-M. de Long : **Les huiles de goudron de basse carbonisation dans les traitements des arbres fruitiers.** (Low temperature tar oil in orchard spray.) *J. Econ. Entom.*, 33, 600-610, 1940.

Les huiles extraites des goudrons obtenus à basse température sont actives contre les œufs de différents insectes (pucerons, tétranyques) à des concentrations variant de 2,5 à 4,5 p. 100. Mais si on les mélange à des huiles de pétrole, l'action propre de celles-ci est diminuée, à moins que la concentration de l'huile de goudron ne soit considérable. Ces traitements sont inoffensifs pour les arbres, en hiver et avant le débourrement. Les huiles peuvent être émulsionnées par la bouillie bordelaise à 0,1 p. 100.

M. Rau.

H.-N. Worthley et H.-M. Steiner : **Essais de pulvérisation en 1939 contre le Tétranyque d'Europe (*Paratetranychus pilosus* C. et F.) et le Puceron rose du pommier (*Anuraphis roseus* Baker).** [Experimental spraying to control European red mite (*P. pilosus* C. and F.) and rosy apple aphid (*A. roseus* Baker) in 1939.] *Bull. Pensylvania Agr. Exp. St.*, n° 390, 10 p., 1940; in : *Rev. appl. entom.*, 29, p. 191, 1941.

En Pensylvanie, il est recommandé de combattre ces insectes par des traitements avant le débourrement du pommier. En hiver, on emploie une huile de graissage à 4 p. cent, additionnée de lessive sulfitique à raison de 50 g. par Hl.; en y ajoutant 2,5 p. cent d'huile de goudron, on augmente l'efficacité contre les œufs de Pucerons. Une autre formule utilise l'huile de pétrole (2 à 4 p. cent), l'huile de graissage (1 à 1,75 p. cent) et le dinitroorthocyclohexylphénol (2,25 à 3 p. cent).

Avant le débourrement, les traitements indiqués font appel à l'huile de graissage (3 p. cent) additionnée de lessive sulfitique, de bouillie sulfocalcique et d'un peu d'huile de goudron, ou au mélange : huile de graissage, bouillie bordelaise, sulfate de nicotine.

M. Rau.

K. Sakai, D. Haruta et Y. Ikeda : **Études sur la biologie d'*Aonidiella aurantii* Mask et sur les moyens de lutte contre cette Cochenille.** *Spec. rep. Kagoshima Agr. Exp. St.*, 1, 1-145, 1940 (en japonais); in : *Rev. appl. Entom.*, 29, p. 102, 1941.

Les fumigations cyanhydriques assurent une destruction complète de cette Cochenille. Les huiles de graissage, en émulsion à 2,5 ou 5 p. cent, sont également efficaces en traitements d'hiver.

M. Rau.

T. Kono : **Essais de fumigation avec la chloropicrine contre les insectes des grains entreposés.** *J. plant prot.*, 27, 276-283, 1940 (en japonais); in : *Rev. appl. entom.*, 29, p. 97, 1941.

Les essais de fumigation ont porté sur les espèces : *Plodia interpunctella*, *Aphomia gularis* et *Ephestia elutella*, qui attaquent les grains au Japon. A 30°, tous ces insectes sont tués à leurs différents stades de développement par un traitement de 30 mn., à la concentration de 9 g. de chloropicrine par m³.

M. Rau.

O.-K Hedden et C.-R. Neiswander : **Équipement pour la combustion du soufre dans les serres vides et les champignonnières, en vue de détruire les insectes**

et les tétranyques (Equipment for burning sulfur in empty greenhouses and in mushroom howes for the destruction of mites and insects). *Bi-m. Bull. Ohio Agr. Exp. St.*, 25, 63-72, 1940; in: *Rev. Appl. Entom.* 29, p. 276, 1941.

Les doses de soufre dispersées par combustion varient de 45 à 90 g. par m³. A la dose de 45 g., les adultes et œufs de *Tétranychus telarius* sont entièrement détruits. Pour obtenir la mortalité complète de tous les ravageurs, il faut brûler 100 g. de soufre par m³.

M. Rau.

G.-W. Underhill et J.-A. Cox : **Traitements du sol au sulfure de carbone et à l'éther dichloroéthylique contre le Puceron lanigère.** (Carbone disulfide and dichloroethyl-ether as soil fumigants for the woolly apid [Eriosoma lanigerum Hausm.] *Virginia fruit*, 28, p. 20, 22, 24 et 26, 1940; in : *Rev. Appl. Entom.*, 29, p. 299, 1941.)

Un traitement efficace contre le Puceron lanigère consiste à appliquer au sol, à raison de 40 l. par m², une émulsion de sulfure de carbone à 0,6 p. mille, ou d'éther dichloréthylique à 1,25 p. mille.

M. Rau.

P.-J. Chapman : **Effet du bromure de méthyle sur une Mouche des pommes** (Effect of methyl bromide on apple maggots in apples). *J. econ. Entom.*, 33, p. 817, 1940.

Les larves de *Rhagoletis pomonella* contaminent les pommes dans le New-Jersey. Leur destruction complète est assurée par les fumigations de bromure de méthyle aux doses de 16 g. par m³ pendant 2 h. ou de 32 g. pendant une heure. Ces traitements sont inoffensifs pour les fruits. Des lésions apparaissent aux doses de 64 g. par m³ pendant 1 h. ou de 32 g. pendant 2 h.

M. Rau.

N. Allen et W.-A. Shands : **Essai du benzène, du paradichlorobenzène et d'autres insecticides contre l'Altise du tabac *Epitrix parvula* attaquant les semis** (Tests with benzene, paradichlorobenzene and other insecticides against the tobacco flea beetle, *E. parvula* F., in plant beds). *J. econ. Entom.*, 33, 834, 840, 1940.

Le paradichlorobenzène employé en fumigation sous bâche, la nuit, sur les jeunes plants de tabac, n'assure pas une destruction suffisante de l'Altise. Le benzène est encore moins actif.

M. Rau.

D.-L. Lindgren : **Les facteurs de l'efficacité des fumigations contre la Cochenille *Aonidiella aurantii*.** (Factors influencing the results of fumigation of the California red scale.) *Hilgardia*, 13, 491-511, 1941.

La « Cochenille rouge de Californie », *Aonidiella aurantii*, qui attaque les agrumes, est traitée par l'acide cyanhydrique liquide dispersé sous bâche au pulvérisateur. On atteint en quelques secondes une concentration élevée, suivie d'une baisse rapide qui est due surtout aux fuites de la bâche. L'expérience montre qu'une concentration élevée et courte est un peu plus active qu'une concentration plus basse et prolongée. Les souches d'insectes non résistantes à l'acide cyanhydrique subissent de fortes mortalités pour des fumigations légères et brèves; les durées de traitement de 15, 30 et 45 mn. donnent des résultats analogues. Les souches résistantes exigent des traitements plus intenses.

Les Cochenilles maintenues à 8° pendant 3 ou 4 h avant la fumigation, subissent plus de mortalité que maintenues à 18 ou 26°. Au laboratoire, une fumigation préliminaire subléthale de 1 h., juste avant le traitement, augmente la résistance des insectes.

Parmi les différents stades de l'insecte, les jeunes mobiles sont les plus sensibles à l'acide cyanhydrique. Les femelles deviennent plus sensibles en période de reproduction.

M. Rau.

P.-C. Hely : La lutte contre la Cochenille rouge *Aonidiella aurantii* en Nouvelle-Galles du Sud, notamment par fumigations. (The citrus red scale problem in New-South Wales with special reference to fumigation.) *J. Austr. Inst. Agr. Sc.*, 6, 140-146, 1940; in : *Rev. Appl. Entom.*, 29, p. 33, 1941.

Le traitement de choix des *Citrus* contre *Aonidiella aurantii* est la fumigation cyanhydrique sous bâche, qui était pratiquée avant la guerre au moyen de tablettes de cyanure de calcium. Ce produit manquant actuellement, ainsi que l'acide cyanhydrique liquide, on est revenu au procédé à l'acide sulfurique. La dose type à employer est de 2,15 g. d'acide cyanhydrique par m³ d'atmosphère. Une tablette de Calcide doit être remplacée par 56 g. de Cyanogas, 14 cm³ d'acide cyanhydrique liquide ou 28 g. de cyanure de sodium.

Pour les arbres très infestés, il faut pratiquer une pulvérisation d'huile en décembre et une fumigation en mars. Après réduction suffisante de l'attaque, on ne fait plus que des traitements gazeux. On ne connaît pas de meilleur gaz que l'acide cyanhydrique.

M. Rau.

A.-F. Swain et R.-P. Buckner : Les concentrations en acide cyanhydrique dans les fumigations contre la Cochenille des agrumes, *Aonidiella aurantii*. (Hydrocyanic acid dosages in relation to control by fumigation of red scale *A. aurantii* [Mask.] on *Citrus*.) *J. econ. Entom.*, 33, 895-900, 1940.

On a recherché, dans les fumigations de citronniers, la concentration d'acide cyanhydrique la plus économique contre les souches résistantes de « Cochenille rouge ». Cette concentration est voisine de 15 cm³ d'acide liquide par m³ d'atmosphère. Le chiffre théorique peut varier suivant le prix des bâches et celui du produit, mais il est toujours supérieur à la dose employée habituellement.

Sur les souches de Cochenilles peu résistantes, une concentration de 8 cm³ d'acide cyanhydrique liquide par m³ est suffisante pour empêcher une réinfestation appréciable pendant 2 ans. Ces fumigations à haute dose ne peuvent avoir lieu qu'en hiver, sous peine de brûlures.

M. Rau.

S.-S. Easter : Fumigation des patates douces contre le Charançon *Cyclas formicarius*, au moyen du bromure de méthyle. (Fumigation of sweetpotatoes with methyl bromide for control of sweetpotato weevil.) *J. econ. Entom.*, 33, 921-928, 1940.

Les concentrations de bromure de méthyle efficaces ont été déterminées sur *Cyclas formicarius*, qui attaque les tubercules de patates en Louisiane. Sous pression réduite, la dose de 40 g. par m³ donne 99 p. cent de mortalité en 45 mn. et 100 p. cent en 75 mn. A la pression atmosphérique, la même dose donne 100 p. cent de mortalité en 5 h. à 21°. Au-dessous de cette température, les résultats sont moins complets.

Le gaz exerce une certaine action nocive sur les tubercules. Cette action n'est pas prohibitive, si l'opération est faite avec soin, mais elle empêche le traitement d'être applicable dans les fermes; il ne l'est guère que dans les établissements où la production de la patate se fait sur une grande échelle.

M. Rau.

H.-G. Walker et L.-D. Anderson : Lutte contre le Puceron du pois en 1939 dans la Virginie de l'Est. (Control of the pea aphid in eastern Virginia in 1939.) *J. econ. Entom.*, 33, 620-623, 1940.

Contre le Puceron *Macrosiphum onobrychis* (= *pisi*), les traitements roténonés et nicotinés sont efficaces. La nicotine s'emploie en poudrage ou en fumigation. La poudre utilisée contient 10 p. cent de sulfate de nicotine et 10 p. cent de sulfate de cuivre monohydraté dilués dans la chaux; on en épand une cinquantaine de kg. à l'ha. La fumigation

utilise un produit commercial liquide contenant 86 p. cent d'alcaloïde. La roténone est appliquée en poudrage. Elle agit moins énergiquement que la nicotine au début, mais persiste davantage.

M. RAU.

M.-A. YOTHERS et S.-W. GRIFFIN : **Essais de la roténone, l'anabasine, la nicotine et autres insecticides contre le Puceron lanigère et le Puceron du pommier.** (Tests of rotenone, anabasine, nicotine and other insecticides against the wolly apple aphid and the apple aphid.) *J. econ. Entom.*, 33, 800-803, 1940.

En traitement d'été, les émulsions d'huile minérale à 0,8 p. cent sont peu efficaces contre le Puceron du pommier *Aphis pomi*. Les sulfates de nicotine et d'anabasine à 0,3 p. mille, additionnés de mouillants, donnent des mortalités de 99 à 100 p. cent; ils sont sensiblement équivalents. La roténone pure, dissoute dans l'acétone en présence de mouillants, assure la mortalité complète du Puceron ordinaire, à dose de 20 g. par Hl. Elle est moins active sur le lanigère.

Plusieurs mouillants, l'alkylnaphtalène sulfoné, le savon d'huile de pin, l'oléate de sodium, possèdent par eux-mêmes une certaine action insecticide.

M. RAU.

T.-A. BRINDLEY, F.-G. HINMAN et R.-A. FISHER : **Essais de poudres de derris et de cubé contre la Bruche du pois.** (Experiments with derris and cubé dusts for pea weevil control.) *J. econ. Entom.*, 33, 881-883, 1940.

L'application des poudres roténonées titrant 0,75 à 1 p. cent de roténone donne des résultats satisfaisants contre la Bruche du pois *Bruchus pisorum*. Il faut employer 25 à 40 kg. de poudre à l'ha.

M. RAU.

H.-E. MORRISON et D.-C. MOTE : **Poudrages du houblon au dinitroorthocyclohexylphénol contre les Tétranyques.** (D N dusts on hops for control of the red spider.) *J. econ. Entom.*, 33, 614-619, 1940.

Dans l'Orégon, le traitement le plus efficace du houblon contre *Tetranychus telarius* consiste en un poudrage au dinitroorthocyclohexylphénol. Les concentrations de 0,25 à 1 p. cent assurent une destruction presque totale. On doit employer de 110 à 160 kg. de poudre à l'ha. On peut employer, comme diluants de la matière active : le talc, la chaux, la terre de diatomées, la bentonite, la farine de coques de noix. Le produit est compatible avec le sulfocyanure de lauryle, le sulfate de nicotine, le pyrèthre, la roténone.

Les poudres à 1 p. cent peuvent causer de légères brûlures sur les jeunes houblons. A 0,5 p. cent, elles ne causent aucune brûlure, même sur haricot.

M. RAU.

G.-C. DECKER et C.-J. DRAKE : **Études préliminaires sur l'emploi des poudres au dinitroorthocrésol contre les criquets.** (Preliminary studies in the use of dinitro-o.cresol dusts in grasshopper control.) *Iowa St. College J. Sc.*, 14, 345-351, 1940; in : *Rev. Appl. Entom.*, 29, p. 326, 1941.

Des essais toxicologiques au laboratoire ont porté sur le criquet *Melanoplus bivittatus*. Les insectes trempés dans le produit réduit en poudre meurent en 35 mn. avec l'arséniate de soude et en 21-22 mm. avec le 3,5. dinitro-o.-crésol et le 2,4 dinitrophénol. On propose l'emploi d'une poudre à 10 p. cent de dinitrocrésol, épandue à raison de 10 à 15 kg. à l'ha.

Le criquet mormon, *Anabrus simplex*, est plus résistant. Pour obtenir une mortalité

de 90 p. cent, il faut employer 20 à 25 kg. par ha. de poudre à 15 p. cent de dinitrocrésol.

M. Rau.

R.-L. Webster, J. Marshall et H. Fallscheer : **Situation actuelle des insecticides organiques employés contre le Carpocapse** (The present status of organic insecticides for codling moth control). *J. econ. Entom.*, 33, 909-912, 1940.

C'est surtout la nicotine qui est utilisée, aux États-Unis, en remplacement des arséniates de plomb, pour traiter les arbres fruitiers contre le Carpocapse. Quand les attaques de l'insecte sont intenses, l'emploi de la nicotine est très onéreux, bien que son efficacité soit considérable. Le lavage des fruits reste alors nécessaire. Les extraits de pyrèthre combinés avec une huile minérale ne donnent pas de résultats encourageants. La phénothiazine s'est montrée insuffisamment efficace. Il en est de même d'un produit commercial à base d'oxyde de diphénylène-cétone.

M. Rau.

S.-F. Potts et R.-R. Whitten : **Nouveaux essais de bouillies concentrées pulvérisées par avion** (Further tests with concentrated mixtures for aerial spraying). *J. econ. Entom.*, 33, 676-681, 1940.

Les essais ont porté sur 22 formules différentes d'insecticides et d'adjuvants utilisés contre les larves d'*Anisota senatoria*, qui attaquent le feuillage des arbres forestiers. Ces produits, pulvérisés à partir d'avions ou d'autogyres, doivent être présentés à l'état de bouillies aussi concentrées que possible. Les arsenicaux sont aussi actifs et plus persistants que les nicotinés et les roténonés. Cependant, grâce à l'emploi de ces formules, on retrouve sur les plantes de la roténone et de la nicotine stabilisée, 2 à 3 semaines après les traitements.

L'addition d'huile siccative augmente l'adhérence, mais non l'addition d'huile non siccative ou de mouillants. Une bonne formule consiste à employer 200 g. d'huile de poisson par kg. d'arséniate.

M. Rau.

A.-G. Mac Nally : **Essai d'appâts au fluorure de sodium contre le Perce-Oreille dans l'Ontario.** (A test of sodium fluoride bait in the control of the European earwing in Ontario). *Rep. entom. Soc. Ontario*, 70, 30-33, 1940; in : *Rev. Appl. Entom.*, 29, p. 504, 1941.

Contre *Forficula auricularia*, un appât qui donne de bons résultats est constitué par 375 g. de fluorure de sodium dilués dans 1 kg. de son, 2,5 l. de mélasse et 7,7 l. d'eau.

M. Rau.

S.-L. Allmann : **Appâts empoisonnés appliqués sur le feuillage contre la Mouche des fruits du Queensland, *Strumeta tryoni*; effet répulsif de la mélasse** (Foliage poisons for the Queensland fruit fly [*S. tryoni* Froggatt]. The repellent effect of molasses). *J. Austr. Inst. Agr. Sc.*, 6, 154-160, 1941; in : *Rev. Appl. Entom.*, 29, p. 337, 1941.

Contre la Mouche *Dacus* (*Strumeta*) *tryoni*, on emploie sur le feuillage des plantes un appât empoisonné contenant, par 100 litres d'eau, 310 g. de fluosilicate de soude et 6 kg. de sucre. La mélasse possède une action répulsive pour cet insecte.

M. Rau.

C.-G. Lincoln et C.-E. Palm : **La lutte contre un ravageur de la luzerne, *Brachyrhinus ligustici*.** (Control of the alfalfa snout beetle, *B. ligustici* L.) *J. Econ. Entom.*, 33, 769-773, 1940.

La lutte repose sur l'emploi d'appâts empoisonnés contenant du fluosilicate de soude (ou du fluorure de soude), du son et du jus de raisin. L'anhydride arsénieux et le vert

de Paris sont moins efficaces que les deux composés fluorés. Le jus de raisin perd son pouvoir attractif quand il fermente; on l'empêche de fermenter en ajoutant 0,2 p. cent de benzoate de soude.

M. RAU.

J.-R. EYER et J.-T. MEDLER : **Pouvoir attractif envers le Carpocapse des substances voisines de celles qu'élaborent dans les appâts sucrés certaines bactéries de la fermentation.** (Attractiveness to codling moth of substances related to those elaborated by heterofermentative bacteria in baits.) *J. Econ. Entom.*, 33, 933-940, 1940.

Les Carpocapses adultes sont plus fortement attirés par un sirop de sucre dont la fermentation est due à des *aerobacter* et à des *aerobacillus*, que par un sirop abandonné à la fermentation naturelle. Dans le premier cas, le liquide contient en particulier de l'alcool éthylique, les acides lactique et acétique, et de l'acétylméthylcarbinol. Les auteurs ont vérifié que ces substances se montraient attractives à l'olfactomètre.

M. RAU.

A.-G. GALLOWAY et A.-F. BURGESS : **Perfectionnement dans les méthodes de poudrage insecticide.** (An improved method of applying insecticidal dusts.) *J. Econ. Entom.*, 33, 912-915, 1940.

Il s'agit d'une technique intermédiaire entre la pulvérisation liquide et le poudrage. On disperse en même temps, mais par deux appareils distincts, la poudre insecticide et un adhésif liquide. On peut opérer à partir d'une voiture automobile ou d'un autogire. Cette méthode réduit beaucoup les transports d'eau.

M. RAU.

L.-H. DAWSEY : **Facteurs agissant sur l'emploi de quelques produits dispersifs courants pour insecticides.** (Factors influencing the use of some common insecticide dispersing agents.) *Circ. U. S. Dep. Agr.*, n° 568, 9 p., 1940; in : *Rev. appl. entom.*, 29, p. 112, 1941.

Plusieurs facteurs agissant sur la valeur de nombreux agents mouillants et dispersifs ont été examinés. On a étudié notamment leur pouvoir dispersif à l'égard de certaines matières actives et leur stabilité en présence d'eau calcaire, sous l'influence de la chaleur et des actions bactériennes. Les matières actives envisagées étaient : l'huile de pétrole raffinée, la phénothiazine, l'huile de poisson, les produits résineux, le mélange de paraffine + benzène. (La paraffine peut servir à stabiliser les insecticides organiques sujets à l'oxydation; le benzène à 33 p. 100 diminue le point de fusion de la paraffine de 52 à 35°).

Le pouvoir dispersif est évalué par la quantité minima de produit nécessaire pour donner une émulsion ou une suspension stable dans des conditions déterminées. Un produit est considéré comme stable lorsqu'il n'est pas altéré par la chaleur, les acides ou l'action bactérienne.

D'une façon générale, le meilleur des agents de dispersion est la gomme arabique qui agit bien, résiste à la décomposition, est bon marché, polyvalente, non salissante et de manutention facile. Les agents instables sont surtout des produits d'origine animale : albumine du sang, albumine d'œuf, caséinate d'ammoniaque, glu, poudre de lait. Ils sont plus actifs en général que les autres agents. Leur usage principal est la préparation des bouillies insecticides à utiliser dans les 24 heures de leur préparation.

Quatre produits seulement peuvent disperser toutes les matières essayées. Parmi les produits instables, c'est l'albumine du sang qui agit le mieux avec l'huile de pétrole, la poudre de lait avec la résine, le caséinate d'ammoniaque avec la paraffine, la farine de blé avec la phénothiazine.

M. RAU.

J. Branas : **La lutte contre les ennemis de la Vigne par les procédés chimiques.** *Prog. agr. et vit.*, t. 113, n° 20, p. 402, 1940.

L'auteur passe en revue successivement les principales maladies cryptogamiques et les principaux parasites animaux de la Vigne. Il fournit pour chaque ennemi de la Vigne et suivant la résistance du cépage, les traitements principaux ou complémentaires à appliquer, l'époque de ces applications ou la fréquence de ces applications.

Mildiou: Bouillie bordelaise, bouillie bourguignonne, poudre cuprique.
Oïdium : Fleur de soufre, soufre trituré, soufre impur, permanganate de potasse.
Anthracnose : Sulfate ferreux l'hiver, bouillie cuprique l'été.
Excoriose : Sulfate ferreux.
Black-rot : Sulfatage précoce.
Apoplexie : Sels arsenicaux en traitements d'hiver.
Pourridié, court-noué : Ne sont justifiables d'aucun traitement chimique efficace.
Eudémis et Cochylis : Bouillie à base d'arséniate, de nicotine, de produits fluorés, poudres roténonées.
Pyrales : Ébouillantage avant le débourrement, traitement arsenical.
Vert gris : Appâts à base d'arséniate.
Fumagine et Cochenilles : Badigeonnages aux huiles lourdes et à la chaux.
Chlorose : Badigeonnage des plaies de taille au sulfate ferreux.

M. Bar.

J. Branas : **Le Court-noué.** *Prog. agr. et vit.*, t. 117, n° 1, p. 5, 1942.

Le Court-noué continue à diminuer la production du vignoble, à compromettre son avenir et risque d'amener une crise extrêmement grave que beaucoup ne veulent pas croire encore si proche. La maladie est difficile à reconnaître, car, contrairement à ce qui se passe pour les autres maladies, chaque espèce de vigne, sinon chaque cépage extériorise la maladie d'une manière particulière : il faut admirablement connaître la plante saine pour distinguer le mal et tenter d'y remédier. Une des manifestations les plus fréquentes et les plus nuisibles du Court-noué est la coulure plus ou moins complète des grappes, d'autant plus grave que la température est plus basse au moment de la floraison. Le Grenache est actuellement un des cépages les plus court-noués, avec le Muscat et l'Aramon. La maladie serait causée par un ou plusieurs virus. L'auteur a cherché à appliquer à la vigne et au Court-noué, les méthodes d'extraction de protéines capables de reproduire la maladie, déjà appliquées par d'autres auteurs, comme W.-M. Stanley et en particulier F.-C. Bawden pour d'autres maladies. Les premiers résultats obtenus sont encourageants. Les essais d'inoculation ont, jusqu'ici, échoué. Dans la nature le *Phylloxera radicola* paraît toujours être le vecteur principal du Court-noué. Les plants de semis obtenus en sol non court-noué, sont sains et demeurent sains s'ils sont placés à l'abri d'une contamination phylloxérique. En ce qui concerne la guérison des plantes malades, il n'y a rien à faire sur les plantes malades en place; le seul moyen de lutte semble en ce moment consister à assainir le sol, en lui faisant porter longtemps d'autres plantes que la vigne et à ne planter que des plants sains.

M. Bar.

M.-A. Paillot : **Rôle des facteurs microbiens dans la destruction naturelle de la Cochylis et de l'Eudémis de la Vigne.** *Prog. agr. et vit.*, t. 116, n° 28, p. 22, 1941; *C. R. Acad. Agr.*, 8-12, février 1941.

Les observations faites en 1940 à Saint-Genis-Laval confirment celles de 1912 en Bourgogne; on ne semble pas autorisé à fonder de grands espoirs sur l'utilisation des bactéries, dans la lutte contre la Cochylis et l'Eudémis. Observations d'une microsporidie nouvelle sur 12 % des chenilles de Cochylis examinées. Les champignons entomophytes, largement répandus, provoquent une momification : 30 % de chenilles et de chrysalides momifiées. Les chenilles momifiées sont très rares chez l'Eudémis par rapport à la Cochylis. Le champignon est *Spicaria farinosa* (var. *verticilloïde*), la multi-

plication de ce champignon peut elle-même être entravée par un ascomycète de l'espèce *Malanospora parasitica.*

M. Bar.

J. Branas et G. Bernon : **Recherches sur l'isolement du virus du Court-noué de la vigne.** *Prog. agr. et vit.*, t. 118, n° 28-29, p. 14, 1942.

Application de la technique de W.-M. Stanley, utilisée par cet auteur pour l'extraction et la purification du virus de la mosaïque du tabac, aux organes court-noués et panachés, prélevés à l'époque convenable sur un certain nombre de cépages différents. On obtient finalement un précipité léger, floculant plus ou moins rapidement, sous l'aspect de flocons bruns, lourds, aisément séparables par centrifugation. Le précipité est constitué de fibres hyalines, réunies en arborescences variées, ou isolées en bâtonnets. Ces fibres se montrent très permanentes après 8 « cristallisations » successives, instables dans leur structure et évoluent en se fragmentant jusqu'à un précipité granuleux à très petits éléments, apparemment sphériques. Les auteurs inclinent à penser que ces fibres pourraient correspondre à une protéine-virus relativement pure, mais bien des preuves devront être apportées avant de pouvoir affirmer qu'il s'agit bien d'une potéine-virus des vignes court-nouées.

M. Bar.

J. Branas : **La lutte contre le Mildiou par des mesures prophylactiques.** *Prog. agr. et vit.*, t. 116, n°s 51, 52, p. 299, 1941 ; t. 117, n° 2, p. 23, n° 3, p. 40, 1942.

Après avoir fait un exposé très complet sur les caractères de la maladie et les conditions de son développement, l'auteur discute les mesures prophylactiques suivantes : 1° destruction des œufs en automne par la destruction des feuilles avant leur chute : impossible à réaliser pratiquement, il restera toujours assez d'œufs pour créer un nombre suffisant de foyers ; 2° lutte contre la formation des foyers : *a.* emploi des toxiques : il apparaît que les propriétés fongicides des corps que l'on a tenté périodiquement d'incorporer au sol pour son assainissement disparaissent rapidement ; *b.* mesures sanitaires générales : il est plus simple, plus efficace et moins coûteux d'éviter la formation de nombreux foyers en prenant à temps les mesures voulues ; *le premier labour* doit être achevé de bonne heure pour éviter l'action nuisible des terres tassées. *L'établissement de cuvettes de déchaussage* devrait être réservé aux seules terres perméables qui ressuient rapidement ; *l'entretien des fossés* et du réseau d'évacuation des eaux doivent être tenus pour très importants. La *suppression des rejets* réduit considérablement les risques d'une première invasion ; *la destruction des vignes abandonnées* ou leur prise en charge pure et simple par les voisins doivent être envisagées ; 3° extinction des foyers primaires. On procédera : *a.* tout d'abord à la *détection* des foyers, phase délicate, réclamant persévérance, réflexion, observation dans les situations humides et chaudes, 10 à 12 jours après que l'évolution des œufs d'hiver a été signalée par les Stations d'avertissements, et poursuivie tout le mois de mai ; *b.* puis à *l'extinction des foyers* par effeuillage des souches, en enlevant les feuilles tachées et en les brûlant, et par sulfatage soigné. Le foyer sera surveillé pendant une quinzaine de jours, des taches nouvelles pouvant apparaître, provoquées par des attaques antérieures de moins de sept jours, à la découverte de la zone contaminée ; on répète les opérations indiquées. Toutes ces mesures ont un intérêt général et doivent être prises par chacun pour protéger l'ensemble du vignoble.

M. Bar.

Momammed Fouad el Gammal : **Outillage utilisé pour le traitement à l'air chaud des semences de coton contre le Ver rose** (Hot air treating machines used in the ginneries for the cotton seed). *Bull. Min. Agric. Egypt*, n° 150, 20 p., 1940 ; in : *Rev. Appl. Entom.*, 29, p. 388, 1941.

Les larves du Ver rose du coton, *Platyedra gossypiella* sont tuées dans les graines par 5 mn. d'exposition à une température de 55 à 58°. Une machine a été établie pour réaliser ce traitement, qui est rendu obligatoire par la loi.

M. Rau.

Centre de documentation de pathologie végétale.

Il a été organisé à l'Institut Pasteur, 25, rue du Docteur-Roux, à Paris (xve), en accord avec le Secrétariat d'État aux Colonies et le Centre National de la Recherche Scientifique, un Centre de Documentation et de Recherches de Pathologie exotique.

Ce Centre comprend six sections :

Section 1 : Microbiologie (Bactériologie. Etude des virus. Immunologie. Epidémiologie).
Section 2 : Parasitologie. Epidémiologie des maladies parasitaires.
Section 3 : Pathologie humaine (Anatomie pathologique. Pathologie. Thérapeutique).
Section 4 : Pathologie vétérinaire. Zootechnie.
Section 5 : Sciences pharmaceutiques. Chimiothérapie.
Section 6 : Phytopathologie.

Le Centre est administré par un Comité assisté d'un Conseil scientifique. Il fonctionne ou est appelé à fonctionner en liaison avec les organisations métropolitaines et coloniales de même discipline, et en particulier avec les Instituts Pasteur d'outre-mer et le Centre de Documentation médico-chirurgical du Corps de santé des troupes coloniales, à Marseille.

Il constitue et entretient une documentation sous forme de fiches, de dossiers de travaux, de photographies et de microphotographies, de films cinématographiques, d'iconographies diverses et de tous autres documents concernant la pathologie exotique humaine, animale et végétale. Le Centre en est mesure, dès maintenant, de procurer aux travailleurs qui en feraient la demande, des photographies ou des microfilms (*) reproduisant des pages de mémoires ou d'articles relatifs à la pathologie exotique et notamment de ceux qui sont signalés à la rubrique « Sommaire des périodiques de Pathologie exotique » dans les bulletins de la Société de Pathologie exotique. Des appareils de lecture pour microfilms sont, dans ses locaux, à l'Institut Pasteur, à la disposition des personnes qualifiées.

Le Centre édicte des ouvrages et des monographies. Il établit des dossiers de recherches et organise éventuellement des missions. Il fait établir et publie des analyses et des répertoires des principaux travaux de pathologie exotique publiés en France, aux colonies et à l'étranger. Il donne toutes consultations doctrinales et toutes informations aux demandeurs qualifiés. Il se met en rapport, éventuellement, avec les Centres de Documentation étrangers d'activité parallèle, pour étudier en commun des mesures d'application sanitaires ou des problèmes d'intérêt général.

(*) Les demandes de photographies ou de microfilms doivent être adressées à M. le Secrétaire général de la Société de Pathologie exotique, à l'Institut Pasteur, 25, rue du Docteur-Roux, à Paris (xve).

MÉMOIRES ORIGINAUX.

TABLE MÉTHODIQUE.

Pathologie végétale.

Défenses des cultures.

Arbres fruitiers.

Vigne.

Cultures maraîchères.

Cultures fourragères.

Divers.

TABLE PAR NOMS D'AUTEURS.

Nouvelle Série. — Tome IX. — Fasc. 1. 1943.

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

ÉTAT FRANÇAIS

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DU RAVITAILLEMENT

DIRECTION DE L'ENSEIGNEMENT ET DES RECHERCHES

5

ANNALES DES ÉPIPHYTIES

ORGANE DES STATIONS ET LABORATOIRES DE RECHERCHES



1943

RÉDACTION :

CENTRE NATIONAL DE RECHERCHES AGRONOMIQUES

SERVICE DE DOCUMENTATION

Route de Saint-Cyr, Versailles (S.-et-O.)

PARIS

IMPRIMERIE NATIONALE

1943

ANNALES DES ÉPIPHYTIES.

SOMMAIRE.

Secrétariat de la Rédaction et Service de Documentation :

CENTRE NATIONAL DE RECHERCHES AGRONOMIQUES A VERSAILLES.

	Prix en francs. France et colonies.	Étranger. Tarif postal réduit.	Étranger.
R. Diehl : *La pomme de terre : caractères et description des variétés* (1938), 157 p., 65 pl. h. t.	60		
Mme R. Friedberg : *Les avoines cultivées en France* (1943), 172 p., 11 fig., 8 tabl. de détermination, 57 pl. h. t.	55		
S. Hénin : *Étude physico-chimique de la stabilité structurale des terres* (1938), 69 p., 23 fig., 7 phot.	20		
P. Jonard : *Essai de classification des blés tendres cultivés en France* (1936), 264 p.	25		

SCIENCES NATURELLES APPLIQUÉES À L'AGRICULTURE.

A. Chappelier : *La lutte contre le rat musqué* (1933), 72 p., 4 pl.	14		
V. Ducomet, E. Foex et L. Alabouvette : *Les maladies de la pomme de terre* (1935), 50 p., 20 pl.	20		
L. François : *Semences et premières phases du développement des plantes commensales des végétaux cultivés* (1943)			
P. Limasset et E. A. Cairaschi : *Les maladies à virus des plantes* (1941), 88 p.	30		
R. Mayer : *L'Institut de recherches phytopathologiques de Svälöff* (1939), 74 p.	20		
L. Mesnil : *Essais sur les Tachinaires* (1939), 67 p., 2 pl.	15		
M. Raucourt et H. Bègue : *Étude sur les produits utilisés en France contre le doryphore* (1943), 115 p., 34 fig., 76 tabl., 4 pl. h. t.	45		

Nouvelle Série. — Tome IX. — Fasc. 2. 1943.

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

[redacted]

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DU RAVITAILLEMENT

DIRECTION DE L'ENSEIGNEMENT ET DES RECHERCHES



ANNALES DES ÉPIPHYTIES

ORGANE DES STATIONS ET LABORATOIRES DE RECHERCHES



1943

RÉDACTION :

CENTRE NATIONAL DE RECHERCHES AGRONOMIQUES

SERVICE DE DOCUMENTATION

Route de Saint-Cyr, Versailles (S.-et-O.)

PARIS

IMPRIMERIE NATIONALE

1943

ANNALES DES ÉPIPHYTIES.

SOMMAIRE.

Secrétariat de la Rédaction et Service de Documentation :
CENTRE NATIONAL DE RECHERCHES AGRONOMIQUES À VERSAILLES.

PUBLICATIONS EN VENTE À L'IMPRIMERIE NATIONALE,

27, rue de la Convention, à Paris (xve).

Les prix ci-après s'entendent franco de port et d'emballage.

	France et colonies.	Étranger. Tarif postal réduit.	Étranger.
ANNALES DES ÉPIPHYTIES ET DE PHYTOGÉNÉTIQUE :			
Tome I (1934-1935) en un volume; II à V inclus (1936 à 1939), en 4 fascicules	140	150	160
Fascicule trimestriel des tomes II à V	40	45	48
Tome VI (1940)	160	170	180
Fascicule du tome VI	50	55	58

ANNALES DES ÉPIPHYTIES : 19 tomes de 1913 à 1934 inclus. Épuisés les tomes II, III, IV et VI. — Six fascicules par an formant les tomes IX à XIX ont paru de 1932 à 1934. Épuisés les fascicules 1, 4 et 6 du tome IX.

a. Par tome annuel	80	85	90
b. Par fascicule (6 par an)	15	18	20
ANNALES DES ÉPIPHYTIES : I, VII, VIII et IX	160	170	180

ANNALES DE TECHNOLOGIE AGRICOLE :

Tome I (1938)	50	53	57
Tome II (1939)	60	63	67
Tome III (1940)	50	53	57

(*Suspendu en 1941*).

RAPPORT sur le fonctionnement de l'Institut des Recherches agronomiques :

Par tome annuel : 1924 à 1935 inclus (1928 épuisé)	30	35	40

COLLECTION DE MONOGRAPHIES ET MISES AU POINT

publiées par les Stations et Laboratoires de Recherches Agronomiques.

AGRONOMIE GÉNÉRALE ET PHYTOTECHNIQUE.

C. Aubert : *Les sols de la France d'outre-mer* (1941), 90 p., 14 pl., 20 tabl.	35
P. Bergal et L. Friedberg : *Essai d'identification des orges cultivées en France* (t. à p. des *Annales des Épiphyties*, 1940, vi, 201 p., 19 fig., 1 pl.)	30
J. Bordas : *Les sols de la vallée du Rhône; Essai de pédologie méditerranéenne* 1943, 104 p., 1 carte, phot.	55
A. Demolon, H. Burgevin, M. Marcel, H. Geslin et J. Servy : *Humidification des pailles; Fumier artificiel et ses applications* (2e édition), 1941, 60 p., 5 photogr.	30
A. Demolon et E. M. Bastisse : *Études lysimétriques appliquées à l'agronomie* (1943), 48 p., 6 fig., 1 diagr., 21 tabl.	35

	PRIX EN FRANCS. France et colonies.	Étranger. Tarif postal réduit.	Étranger.
R. Diehl : *La pomme de terre : caractères et description des variétés* (1938), 157 p., 65 pl. h. t.	60		
Mme R. Friedberg : *Les avoines cultivées en France* (1943), 172 p., 11 fig., 8 tabl. de détermination, 57 pl. h. t.	55		
S. Hénin : *Étude physico-chimique de la stabilité structurale des terres* (1938), 69 p., 23 fig., 7 phot.	20		
P. Jonard : *Essai de classification des blés tendres cultivés en France* (1936), 264 p.	25		

SCIENCES NATURELLES APPLIQUÉES À L'AGRICULTURE.

A. Chappelier : *La lutte contre le rat musqué* (1933), 72 p., 4 pl.	14		
V. Ducomet, E. Foëx et L. Alabouvette : *Les maladies de la pomme de terre* (1935), 50 p., 20 pl.	20		
L. François : *Semences et premières phases du développement des plantes commensales des végétaux cultivés* (1943)	55		
P. Limasset et E. A. Gaibaschi : *Les maladies à virus des plantes* (1941), 88 p.	30		
R. Mayer : *L'Institut de recherches phytopathologiques de Svälof* (1939), 74 p.	20		
L. Mesnil : *Essais sur les Tachinaires* (1939), 67 p., 2 pl.	15		
M. Raucourt et H. Bègue : *Étude sur les produits utilisés en France contre le doryphore* (1943), 115 p., 34 fig., 76 tabl., 4 pl. h. t.	45		